

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS MEDIANEIRA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

LAÍS REGINA MÜCKE, LUANA PAULA MASSAROLO, NAIARA MÜCKE

**ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DE VEGETAIS *IN*
NATURA E MINIMAMENTE PROCESSADOS POR MEIO DA
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2012

LAÍS REGINA MÜCKE, LUANA PAULA MASSAROLO, NAIARA MÜCKE

**ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DE VEGETAIS *IN*
NATURA E MINIMAMENTE PROCESSADOS POR MEIO DA
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira, como um dos requisitos obrigatórios para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Aziza Kamal Genena

Co-orientadora: Prof^a. Msc. Danielle Cristina Barreto Honorato

MEDIANEIRA

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, presença incontestável e demonstração de amor gratuito e infinito.

Ao meu noivo pelo incentivo, paciência, dedicação e compreensão, em minhas ausências e pelo exemplo de otimismo e confiança depositados em mim.

Aos meus pais Elisete e Edemar Mücke, que me conduziram a uma formação pautada no respeito e honestidade. Muito obrigado por serem meus pais e tenham certeza de que esta etapa que se conclui seria impossível sem a participação de vocês.

À minha irmã, pela inspiração, capacidade e inteligência, o meu muito obrigado pela compreensão e ajuda nos momentos difíceis.

As minhas colegas de trabalho Luana P. Massarolo e Naiara Mücke, pela paciência e conhecimentos compartilhados para que mais esta etapa seja cumprida.

As professoras Dr^a Aziza Kamal Genena e Msc. Danielle C. B. Honorato pelos ensinamentos transmitidos e orientações precisas.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de ensino e qualificação profissional adquirida durante o processo de aprendizagem.

A todos que de alguma forma estiveram presentes durante esta etapa e incentivaram de alguma forma, contribuindo para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

LAÍS REGINA MÜCKE

Primeiramente, agradeço a Deus por ter me dado à oportunidade de estar no mundo, pela sua proteção em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais como reconhecimento por todas as vezes que renunciaram aos seus sonhos para que pudessem realizar os meus, obrigada pelo valioso exemplo de vida, pela dedicação, companheirismo, amor incondicional e força nos momentos mais difíceis.

As minhas irmãs, pelo companheirismo de tantos anos. Nas vitórias e derrotas o importante é saber que estaremos juntas para sempre.

Ao meu namorado, que acompanhou grande parte da realização do meu curso e que muitas vezes teve que ser compreensivo na minha dedicação aos trabalhos e provas relacionados a este.

As minhas companheiras Laís R. Mücke e Naiara Mücke, meu muito obrigado, pela experiência e conhecimentos compartilhados durante todo este trabalho.

Agradeço a professora Orientadora Dr^a. Aziza Kamal Genena e a professora Co-orientadora Msc. Danielle Cristina Barreto Honorato pela atenção e contribuição dedicadas a mim.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira, pelo aprendizado aqui proporcionado e toda a sua estrutura.

A todos os professores de Tecnologia em Alimentos e colegas de curso que juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

LUANA PAULA MASSAROLO

A Deus. Seu fôlego de vida em mim foi sustentado e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

Ao longo do período da graduação, muitas pessoas passaram por minha vida, deixando marcas e lições para toda ela, proporcionando-me alegrias, conhecimento e crescimento pessoal. Neste momento gostaria de agradecer-las, pois, de alguma forma, contribuíram para a conclusão desta etapa.

A minha família, uma pessoa muito especial, meu marido pela compreensão e carinho. A ajuda e os cuidados que teve com a nossa filhinha. Amo muito vocês.

Mãe sua preocupação me deu coragem para seguir em frente. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estava sozinha nessa caminhada, por sua capacidade de acreditar e investir em mim. Irmã pela força e autoestima a mim dadas.

Um especial agradecimento às colegas que batalham ao meu lado para realizar assim como eu um grande sonho, Luana P. Massarolo e Laís R. Mücke.

As professoras Dr^a. Aziza Kamal Genena e Msc. Danielle Cristina Barreto Honorato pela ajuda e ensinamentos compartilhados ao longo dessa jornada.

A instituição de ensino pela oportunidade de me tornar uma profissional qualificada.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estarão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

NAIARA MÜCKE

FRASE

“Tentar e falhar é, pelo menos, aprender. Não chegar a tentar é sofrer a inestimável perda do que poderia ter sido.”

[Albino Teixeira]

RESUMO

MÜCKE, Laís R.; MASSAROLO, Luana P.; MÜCKE, Naiara. **Avaliação comparativa de parâmetros físico-químicos entre vegetais minimamente processados e *in natura***. 2012. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2012.

Hortaliças com aspecto visual indesejável, deformações geométricas, fissuras na superfície ou coloração imprópria constituem uma das principais fontes de perdas pós-colheitas. As perdas pós-colheita de alimentos hortícolas justificam a adoção de técnicas de conservação. O processamento mínimo desses vegetais é uma opção tecnológica para fornecer produtos práticos para o consumo, com segurança alimentar, e que atendam às expectativas dos consumidores quanto à qualidade em sentido mais amplo, e, sobretudo, aos aspectos relacionados com os atributos visuais. Uma vez beneficiados, esse produtos permitem agregar valor à produção primária e se tornam de conveniência ao consumidor. Esta pesquisa teve como objetivo principal a comparação de parâmetros físico-químicos entre o brócolis, a cenoura e a couve folha *in natura* e minimamente processados. Para tal foram realizadas análises de umidade, resíduo mineral fixo (cinzas), proteína bruta, lipídeos (extrato etéreo), fibra bruta, vitamina C, pH, acidez, clorofila, textura, cor e sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix). Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente por meio do emprego do teste *t-student*. De acordo com os resultados obtidos, com exceção das análises de vitamina C e fibra bruta da couve folha, para todos os hortícolas investigados e demais análises de parâmetros físico-químicos realizadas, foram encontradas diferenças significativas entre as amostras *in natura* e MP, o que permite concluir que as condições às quais os vegetais são submetidos durante o processamento mínimo, como o corte dos tecidos vegetais, que promove o aumento da taxa respiratória do vegetal bem como propicia a produção do etileno de “corte”, fatores que interferem nos parâmetros físico-químicos avaliados, e conseqüentemente na qualidade do vegetal. Porém, mesmo com essas diferenças entre os vegetais *in natura* e MP estudados, os MP apresentaram-se como produtos de boa qualidade e que atendem aos padrões exigidos por lei. Os produtos minimamente processados têm obtido considerável participação no mercado e é de extrema importância que se dê continuidade aos estudos voltados para o aprimoramento do processamento mínimo propriamente dito e que possam resultar na manutenção da qualidade dos produtos MP, e sua maior similaridade com os produtos *in natura*.

Palavras-chave: Vegetais, minimamente processado, *in natura*, qualidade.

ABSTRACT

MÜCKE, R. Laís; MASSAROLO, Luana P., MÜCKE, Naiara. **Comparative assessment of physico-chemical parameters of minimally processed vegetables and fresh**. 2012. 73 f. Completion of course work, Federal Technological University of Paraná. Medianeira, 2012.

Vegetables with unwanted visual aspect, geometric deformation, cracks or discoloration on the surface are a major source of post-harvest losses. The post-harvest losses of horticultural products justify the adoption of conservation techniques. Minimal processing of vegetables is a technology option to deliver practical products for consumption, with food safety and meet consumer expectations regarding the quality in its broadest sense, and especially those aspects related to the visual attributes. After the processing, these products allow adding value to primary production and become a convenience to the consumer. This study aimed to compare the physical and chemical parameters between the broccoli, carrots and collard greens fresh with minimally processing. Analyzes were made of moisture, ash, crude protein, fat (ether extract), crude fiber, vitamin C, pH, acidity, chlorophyll, texture, color and soluble solids (° Brix). The results were statistically evaluated by employing the t-student test. According to the results, except for analyzes of vitamin C and crude fiber of collard greens, for all investigated vegetables and other analyzes carried out physical and chemical parameters, significant differences were found between fresh samples and minimally processing, which shows that the conditions under which the plants are submitted during minimal processing such as cutting the plant tissues, which promotes increased respiration rate of the plant and promotes the production of ethylene "cut", factors that interfere with physical parameters chemical-evaluated, and consequently the quality of the plant. But even with these differences between the fresh vegetables and minimally processed studied, the minimally processing presented as products of good quality and that meet the standards required by law. The minimally processed products have gained considerable market share and is of utmost importance to give continuity to studies aimed at improving the minimum processing itself that may result in the maintenance quality of product minimally processed, and its high similarity with the fresh samples products

Keywords: Vegetables, minimally processed, fresh, quality.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1 BRÓCOLIS <i>IN NATURA</i>	18
3.1.1 Colheita	19
3.1.2 Higiene	20
3.1.3 Armazenamento	21
3.2 BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO	21
3.2.1 Etapas de Processamento	22
3.2.1.1 Recepção, seleção e pesagem da matéria-prima	22
3.2.1.2 Primeira lavagem e resfriamento rápido.....	23
3.2.1.3 Corte e seleção dos floretes.....	23
3.2.1.4 Segunda lavagem e sanitização.....	24
3.2.1.5 Centrifugação e secagem.....	24
3.2.1.6 Embalagem, selagem e etiquetagem	25
3.2.1.7 Armazenamento refrigerado e distribuição.....	25
3.3 CENOURA <i>IN NATURA</i>	26
3.3.1 Colheita e Seleção	27
3.3.2 Higiene	28
3.3.3 Acondicionamento e Transporte.....	28
3.4 MINICENOURA MINIMAMENTE PROCESSADA.....	29
3.4.1 Etapas de Processamento	30
3.4.1.1 Manuseio da matéria prima	30
3.4.1.2 Seleção, corte e padronização das raízes.....	31
3.4.1.3 Pré-lavagem	32
3.4.1.4 Torneamento	32
3.4.1.5 Lavagem e sanitização	32
3.4.1.6 Enxágüe	33
3.4.1.7 Centrifugação	33
3.4.1.8 Controle do esbranquiçamento	34
3.4.1.9 Acondicionamento, armazenamento e distribuição	34
3.5 COUVE FOLHA <i>IN NATURA</i>	35

3.5.1 Colheita	35
3.5.2 Higiene	36
3.5.3 Armazenamento e Transporte	37
3.6 COUVE FOLHA MINIMAMENTE PROCESSADA	37
3.6.1 Etapas de Processamento	39
3.6.1.1 Seleção, classificação e lavagem.....	39
3.6.1.2 Corte.....	39
3.6.1.3 Sanitização e enxágue	40
3.6.1.4 Centrifugação	41
3.6.1.5 Embalagem	41
3.6.1.6 Armazenamento e distribuição	42
4 METODOLOGIA	43
4.1 MATÉRIA-PRIMA	43
4.2 METODOLOGIAS ANALÍTICAS	43
4.2.1 Sólidos Solúveis (°Brix)	44
4.2.2 Umidade ou Substâncias Voláteis (105°C).....	44
4.2.3 Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)	44
4.2.4 Proteína Bruta	45
4.2.5 Lipídeos (Extrato Etéreo).....	45
4.2.6 Fibra Bruta.....	46
4.2.7 pH (20°C)	46
4.2.8 Vitamina C com Iodeto de Potássio	47
4.2.9 Acidez.....	47
4.2.10 Clorofila	47
4.2.11 Cor.....	48
4.2.12 Textura	49
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1 BRÓCOLIS.....	50
5.2 CENOURA	55
5.3 COUVE-FOLHA	59
6 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS.....	63
ANEXO A - Brócolis <i>in natura</i> e minimamente processado utilizado para análise.....	68
ANEXO B - Cenoura <i>in natura</i> e minimamente processada utilizada para análise.....	70

ANEXO C - Couve folha <i>in natura</i> e minimamente processada utilizada para análise	72
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças minimamente processadas (MP) tem sido estimulada por um mercado crescente, com produtos prontos para consumo, frescos e de qualidade assegurada. O aumento na produção e consumo de produtos MP tem sido impulsionado pelas novas tendências do consumo alimentar e também pelas mudanças no perfil demográfico brasileiro. Dentre essas mudanças pode-se citar o crescimento da participação feminina no mercado de trabalho e o aumento no número de pessoas morando sozinhas, o que diminuiu o tempo disponível para o preparo de refeições (SILVA *et al.*, 2009).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os componentes mais abundantes em hortícolas são a água e os carboidratos, não sendo esses produtos, em geral, boas fontes de lipídios e nem proteínas.

Segundo Smith (1993¹ *apud* ARBOS *et al.*, 2010) a composição química de alimentos de origem vegetal apresenta diferenças em função de fatores associados ao cultivo e ao ambiente, como local de plantio, adubação, ocorrência de pragas, diferenças edafoclimáticas, período de colheita, idade e características genéticas da planta, entre outros.

Segundo Alves *et al.* (2010), as hortaliças têm importante papel na alimentação humana, principalmente por serem excelentes fontes de vitaminas, minerais, fibra alimentar e compostos bioativos. Além de serem fontes reconhecidas de nutrientes, contêm em sua composição, diferentes grupos de substâncias químicas que atuam na prevenção de doenças. Assim, o consumo de MP torna-se promissor, pelo fato desse produto apresentar características benéficas para o consumidor, já que reduz o tempo de preparo de refeições, requer menos espaço para seu armazenamento e transporte e facilita o acesso a produtos vegetais com diferentes teores nutricionais.

No Brasil, o processamento mínimo de vegetais foi introduzido na década de 90, com o intuito de agregar valor aos vegetais e promover maior conveniência ao consumidor quando comparado às hortaliças *in natura*, pois as hortaliças MP já

¹ SMITH, B. L. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition**, v. 45, n. 1, p. 35-39, 1993.

vêm prontas para o consumo, sem necessidade de manuseio adicional (NANTES, 2000² apud MAIA *et al.*, 2008.; OETTERER, 2006).

De acordo com Jacomino *et al.* (2004), as hortaliças MP são produtos frescos, higienizados, submetidos a uma ou mais alterações físicas (tais como descascamento, fatiamento e corte), tornando-os prontos para o consumo ou preparo com alterações mínimas nas propriedades sensoriais e nutricionais dos vegetais, no qual alia praticidade e rapidez no preparo.

Nos dias atuais é comum que se encontre uma grande variedade de hortaliças prontas para o consumo, disputando a mesma prateleira com produtos *in natura*, estando àqueles acondicionados em embalagens atrativas e convenientes às expectativas dos consumidores (OETTERER; ARCE; SPOTO, 2006).

O sucesso desta técnica depende, no entanto, da sanidade em todas as etapas envolvidas na produção de hortaliças MP, com objetivo de garantir a qualidade do produto, prolongar a vida útil e manter o mesmo frescor apresentado pelos produtos *in natura* (OETTERER; ARCE; SPOTO, 2006).

O processamento mínimo das hortaliças envolve a manipulação dos tecidos vivos, portanto, para sua conservação devem ser monitorados parâmetros como respiração, transpiração, produção de etileno, características sensoriais – inerentes de cada variedade ou cultivar – e suscetibilidade ao ataque de microrganismos. Dessa forma, produtos MP requerem a aplicação de tecnologias adequadas e o conhecimento da fisiologia de cada matéria prima (OETTERER; ARCE; SPOTO, 2006), pois possuem comportamentos distintos com relação aos processos metabólicos (MORETTI, 2007). As hortaliças MP podem ser designadas como produtos que, embora fisicamente alterados, permanecem em seu estado fresco e na maioria das vezes não necessitam de preparo subsequente para o consumo. As etapas do processamento compreendem a seleção/classificação da matéria-prima, pré-lavagem, processamento (corte, fatiamento), sanitização, enxágue, centrifugação e embalagem (SANTOS; JUNQUEIRA; PEREIRA, 2010).

A cenoura (*Dacus carota L.*) é uma das principais hortaliças comercializadas no Brasil, na forma MP (Anexo B). Cortada em palitos, em fatias (rodela), cubos ou na forma de minicenouras, é um produto que está na maioria das gôndolas dos

² NANTES, J. F. D. **A estruturação da cadeia produtiva de vegetais minimamente processados.** Ver. FAE, v.3, n.3.

supermercados brasileiros por seu consumo ser mais prático e rápido do que o do produto *in natura* (MORETTI, 2007).

O brócolis (*Bassica oleracea var. italica*) é uma hortaliça inflorescência que apresenta todas suas partes comestíveis, que são compostas pelas as folhas, as flores e os pedúnculos florais (Anexo A). No mercado brasileiro os principais tipos de brócolis produzidos são: ramoso e cabeça única, este mais conhecido como tipo americano. O cultivo de brócolis tipo americano é relativamente recente no Brasil e o consumidor brasileiro ainda está pouco familiarizado com ele. Para o consumo *in natura* são mais plantados os brócolis do tipo ramoso, principalmente as variedades 'Ramoso de Piracicaba' e 'Ramoso Santana'. Os brócolis do tipo americano, são mais tenros e permitem o processamento e o congelamento pela agroindústria e por isso vêm ganhando mercado nos últimos anos (MORETTI, 2007).

A couve folha (*Brassica oleracea var. acephala*) é uma hortaliça arbustiva anual, que produz folhas que podem ser consumidas tanto cruas, em salada, como cozidas (Anexo C). A couve folha minimamente processada sem procedimentos rígidos de controle apresentam rápida deterioração fisiológica e microbiológica. Os principais problemas que afetam a qualidade durante o armazenamento estão relacionados com a perda da coloração verde, ressecamento, cheiro desagradável e curto tempo de vida de prateleira, devido ao acelerado processo de senescência. Embora o fatiamento da folha aumente consideravelmente o seu metabolismo respiratório, a couve pode ser conservada por vários dias sob a forma MP, desde que manuseada, embalada e refrigerada adequadamente, o que se mostra conveniente para a sua comercialização (CARNELOSSI, 2000³ *apud* MORETTI, 2007).

Dentre os produtos hortícolas MP mais encontrados no mercado brasileiro, estão as cenouras, as couves folhas e os brócolis. Comparando-se as mudanças fisiológicas e microbiológicas que ocorrem com o tempo, pouca informação está disponível no que diz respeito à retenção de vitaminas, minerais, antioxidantes e outros compostos funcionais durante o manuseio e o armazenamento de produtos minimamente processados, o que justifica o presente projeto de pesquisa.

³ CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea*, L. var. *acephala*) minimamente processada**. 2000. 79 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, out. 2000.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar as propriedades físico-químicas dos vegetais brócolis, cenoura e couve folha *in natura* em relação aos vegetais MP.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar amostras de brócolis, cenoura e couve folha *in natura* e MP em supermercados locais na cidade de Medianeira-PR;
- Investigar a qualidade dos produtos coletados por meio da análise de parâmetros físico-químicos;
- Comparar e avaliar os resultados obtidos para os vegetais minimamente processados e *in natura*.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 BRÓCOLIS *IN NATURA*

O brócolis é uma hortaliça originária da Europa da qual se utilizam na alimentação as brotações florais de coloração verde intenso. Tal cultura, comparada à da couve-flor, é mais rica em termos nutricionais e também mais saborosa (BAREA; REINEHR, 2006).

Segundo Filgueira (1982⁴ *apud* BAREA; REINEHR, 2006), o brócolis é uma variedade morfológicamente semelhante à couve-flor, que altera sua coloração em cerca de dois dias a 25°C. São hortaliças cinco vezes mais ricas em cálcio e cento e vinte vezes mais ricas em vitamina A que a couve-flor. Segundo Galan *et al.* (2004), o brócolis é um vegetal muito rico em nutrientes, dos quais se destacam principalmente o cálcio, o magnésio e o fósforo, minerais importantes para a contração muscular; metabolismo normal dos nutrientes no organismo e formação e manutenção de ossos e dentes, o que auxilia na prevenção contra a osteoporose. Possui ainda vitamina C, antioxidante que atua na proteção contra infecções. Além disso, é um alimento com uma boa quantidade de ácido fólico (folato), importante para a formação de células sanguíneas e formação e fechamento do tubo neural de fetos. O teor de fibras presente no brócolis auxilia na redução de colesterol e glicose no sangue, além de auxiliar no trânsito intestinal. Por fim, apresenta baixo valor calórico, sendo uma opção em dietas de emagrecimento.

É uma planta verde escura da mesma família da couve, da couve-flor, do repolho e do agrião (*brassicacea*). Produz inflorescências (conjunto de flores) comestíveis. Podem ser do tipo “cabeça”, ou do tipo “ramoso”. É fonte de vitamina C e A, cálcio, ferro, fósforo e fibras. É uma cultura exigente em adubação de micronutrientes, especialmente boro e molibdênio (EMBRAPA e SEBRAE, 2010).

Os principais tipos de brócolis plantados são: ramoso e cabeça única, este mais conhecido como tipo americano. O cultivo de brócolis tipo americano é relativamente recente no Brasil e o consumidor brasileiro ainda está pouco

⁴ FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2. ed., São Paulo: Agronômica Ceres, 1982, p. 54-86.

familiarizado com ele. Para o consumo *in natura* são mais plantados os brócolis do tipo ramoso, principalmente as variedades “Ramoso de Piracicaba” e “Ramoso Santana”.

Os principais problemas relacionados ao cultivo do brócolis são: o amarelecimento da inflorescência, a incidência de doenças, o amolecimento de tecidos e o aparecimento de odores indesejáveis (MORETTI, 2007).

É amplamente utilizado na gastronomia, sendo encontrado tanto em saladas quanto em preparações mais elaboradas, como no acompanhamento de carnes e guarnições, ou até mesmo no arroz. Ao comprar brócolis, é importante verificar se os talos e as flores estão verdes e sem marcas de picadas de insetos, pois folhas amareladas ou pretas indicam que a hortaliça está em estágio de senescência avançado. As flores também devem estar bem fechadas (GALAN *et al.*, 2004).

Segundo Seabra *et al.* (2001), o brócolis é uma hortaliça altamente perecível, sendo sua vida útil pós-colheita de aproximadamente dois dias. Sendo que a sua vida útil pode ser diminuída quando sofrer corte, injúria ou apresentar-se em estágio de senescência avançado, pois a taxa respiratória do brócolis nestas condições é 1,4 vezes maior do que em condições normais. O resfriamento e a utilização de atmosferas modificadas reduzem as taxas respiratórias, contribuindo para a manutenção da qualidade do produto. A utilização de atmosfera modificada diminui a concentração de O₂ e aumenta a concentração de CO₂, reduzindo a taxa de respiração com conseqüente aumento da vida útil do produto.

3.1.1 Colheita

O ponto ideal de colheita de frutas e hortaliças é fundamental para garantir qualidade e maior tempo de vida útil pós-colheita. O valor nutricional varia com a maturação, e o ponto ótimo de colheita varia com a espécie e destinação do produto. Hortaliças como brócolis, que são colhidas imaturas ou ainda em fase de crescimento, deterioram-se rapidamente porque têm atividade metabólica elevada e poucos nutrientes de reserva (MORETTI, 2007).

O brócolis, portanto, deve ser colhido no estágio de desenvolvimento ou maturação adequado e nos horários mais frescos do dia. Entretanto, a determinação do ponto ótimo de colheita de brócolis não é tarefa simples, visto que não existe padrão pré-estabelecido. Usualmente o brócolis deve ser colhido quando as cabeças atingirem o crescimento pleno, observada a uniformidade de formação dos floretes (MORETTI, 2007).

Segundo Abreu (2008), o brócolis deve ser colhido antes que as flores da “cabeça” e dos brotos se abram e mostrem suas pétalas amarelas. Quando isso acontece, o tecido exterior da haste floral torna-se endurecido, o que desvaloriza o produto. Quando as cabeças atingem o ponto de colheita, são cortadas com uma haste de 15 a 25 cm de comprimento, sem prejudicar a brotação inferior da planta. As cabeças cortadas quando pequenas e as brotações que nascem nas axilas das folhas, devem ser reunidas em maços. As cabeças grandes ficam isoladas.

3.1.2 Higiene

Segundo Moretti (2007), a adoção de Boas Práticas Agrícolas (BPA) é indispensável para a obtenção de matéria-prima de boa qualidade, principalmente considerando-se os riscos de contaminação por produtos químicos e de natureza microbiológica.

As principais fontes de contaminação microbiológicas são: o uso inadequado de esterco na adubação e a água de irrigação de má qualidade. Também o uso inadequado de agrotóxicos, sem obedecer ao período de carência para a colheita, pode deixar resíduo e oferecer riscos ao consumidor. O plantio de variedades adequadas, condições climáticas favoráveis durante o cultivo (sem excesso de chuvas) e adubações equilibradas contribuem para a obtenção de matéria prima de melhor qualidade, com reflexo no aumento da vida útil do produto processado.

A colheita também requer bom padrão de higiene no campo, com uso de embalagens adequadas (normalmente contentores de plástico), limpas, desinfetadas e empilhadas de forma a reduzir o contato com o solo, até serem transportadas para a unidade de processamento (MORETTI, 2007).

3.1.3 Armazenamento

A embalagem é feita em caixas de madeira tipo “k” mas há necessidade de ventilação se o transporte é feito a maiores distâncias. Nesse caso, deixar aberturas laterais na caixa (ABREU, 2008).

Segundo Moraes (2006), o emprego de pré-resfriamento para eliminar rapidamente o calor de campo estende a vida útil do brócolis.

As caixas de brócolis com gelo picado podem ser transportadas em caminhões sem refrigeração. Com este tratamento o brócolis se mantém viçoso por mais de uma semana. A aplicação de gelo picado ao brócolis também pode ocorrer durante a colheita e a embalagem, diretamente no campo. As principais vantagens deste sistema é a economia de investimentos com a construção de uma central para seleção e embalagem e melhor qualidade final do produto, que fica menos tempo exposto ao calor após a colheita. Quando não se usa refrigeração para o brócolis a vida útil é limitada pelo amarelecimento.

A umidade relativa elevada nas gôndolas de comercialização pode ser mantida com o uso de nebulização com água. O uso desta nebulização auxilia na manutenção do frescor e reduz a degradação da vitamina C (MORAES, 2006).

Segundo Filho (2000⁵ *apud* BAREA; REINEHR, 2006) as perdas ocasionadas nas etapas que procedem à estocagem podem ser ocasionadas pelas condições e tratamento da cultura, o próprio cultivar e variedade, acidentes com o produto durante a colheita e sua manipulação.

3.2 BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO

O brócolis é uma hortaliça importante em termos econômico e nutricional. Embora possa ser minimamente processada, esta hortaliça possui vida curta, apresentando rápida deterioração. A perda da cor verde e o desenvolvimento de

⁵ FILHO, L. C. N. As hortaliças. **Revista Engenharia de Alimentos**, 33 ed., 2000.

odores são alguns fatores que podem ser observados quando o brócolis apresenta alterações (CARVALHO; CLEMENTE, 2004⁶ *apud* NASCIMENTO, 2011).

Originalmente o brócolis têm o seu desenvolvimento otimizado em climas amenos, razão pela qual a indústria de processamento concentra nessas épocas suas atividades, para obter matéria-prima de ótima qualidade e a menores custos.

Geralmente a vida útil de hortaliças MP é inversamente proporcional à sua taxa respiratória. O brócolis possui taxa respiratória de mais de 60 mL CO₂/kg/h a 5°C, uma das mais altas dentre as hortaliças e frutas. Essa taxa pode e deve ser diminuída de forma expressiva, colhendo-se nas horas mais frescas do dia, sem exposição ao sol (MORETTI, 2007).

Para o processamento mínimo, intensifica-se o dano mecânico e, como consequência, há um incremento da produção de etileno, acelerando ainda mais o processo de amarelecimento. É conhecido que o metabolismo pós-colheita de brócolis é caracterizado pelo incremento da produção de etileno e da taxa respiratória, e que a adoção de práticas que controlem essas vias metabólicas podem estender a vida de prateleira. A redução da taxa metabólica pode ser obtida com a estocagem dos produtos sob-refrigeração (NASCIMENTO, 2011).

3.2.1 Etapas de Processamento

3.2.1.1 Recepção, seleção e pesagem da matéria-prima

A matéria-prima, ao ser recebida na unidade de processamento mínimo, deve ser submetida à inspeção de qualidade. Caso apresente características indesejáveis para o processamento, deve ser rejeitada e devolvida ao produtor.

A seleção deve ser feita, sobretudo em relação à qualidade visual e à uniformidade das cabeças de brócolis, características que facilitam todas as etapas do processamento, aumentando a produtividade e a qualidade do produto MP. As cabeças devem ser selecionadas e preparadas de maneira a obter maior

⁶ CARVALHO, P. T.; CLEMENTE, E. **Qualidade de brócolis em embalagem com atmosfera modificada**. Acta Scientiarum, Maringá, v. 26, n. 4, p. 497-502, 2004.

uniformização e padronização do produto final. As cabeças de brócolis devem ser selecionadas quanto a podridões, danos fisiológicos e presença de insetos. Devem ser descartadas as que estiverem com defeitos e deterioradas (MORETTI, 2007).

A pesagem da matéria-prima recebida é necessária para o controle do processo, a formulação do produto e o controle de qualidade. Após a pesagem o produto deve ser conduzido rapidamente da plataforma de recepção para o processamento ou para o local de estocagem. Caso haja necessidade da matéria prima ser estocada antes do processamento, mantê-la sob a temperatura de 5°C a 10°C e umidade relativa de aproximadamente 90%, dependendo das características do vegetal (MORETTI, 2007).

3.2.1.2 Primeira lavagem e resfriamento rápido

A matéria-prima deve passar por processo de lavagem em equipamentos especiais (com agitador da água) ou em tanques de aço inoxidável. As cabeças de brócolis devem ser imersas em água clorada (100 ppm a 150 ppm de cloro livre), à temperatura entre 5°C e 10°C, para remover a sujeira aderida aos floretes e reduzir a temperatura de campo, o que favorecerá o resfriamento rápido do produto.

Para facilitar a retirada de sujeira, pode-se usar um sabão líquido ou detergente apropriado para a pré-lavagem de vegetais ou outro produto similar de empresas especializadas. Neste caso, dispensa-se o uso de cloro, pois o detergente reage com o cloro ativo, reduzindo a sua eficácia como agente sanitizante. A qualidade da água é um dos elementos-chaves na qualidade das hortaliças MP (MORETTI, 2007).

3.2.1.3 Corte e seleção dos floretes

Os floretes devem ser cortados na base, com facas de aço inoxidável bem afiadas. É de fundamental importância manter as lâminas de corte sempre bem

afiadas, para reduzir danos aos tecidos vegetais, e desinfetá-las periodicamente (MORETTI, 2007).

3.2.1.4 Segunda lavagem e sanitização

A lavagem associada à sanitização é o único tratamento eficaz na redução significativa da carga microbiana de hortaliças MP. Portanto, após o corte, os floretes devem passar por nova lavagem, com água na temperatura de 5°C, para retirar resíduos remanescentes e reduzir possíveis contaminações microbiológicas da manipulação dos mesmos. O controle de microorganismos contaminantes causadores de doenças deve merecer atenção especial.

Para a sanitização deve ser utilizada solução com concentração de 100 ppm a 150 ppm de cloro ativo. Os floretes devem ficar em contato com a solução por um período de no mínimo dez minutos. Deve-se monitorar a concentração de cloro com papel indicador ou testes colorimétricos como os usados em piscinas. O monitoramento é importante, tendo em vista que o cloro reage com a matéria orgânica, perdendo gradativamente a sua eficiência como solução. Por isso não se deve usar a mesma solução repetidas vezes. É necessário que o pH da solução seja corrigido com ácidos comerciais e mantido em torno de 6,5 a 7,0. Nesta faixa o cloro se torna mais eficaz como agente germicida (MORETTI, 2007).

3.2.1.5 Centrifugação e secagem

Após a lavagem e sanitização os floretes devem ser submetidos à centrifugação, para a retirada da água na superfície do vegetal. Assim evita-se excesso de umidade no interior da embalagem, o que melhora a apresentação e aumenta a vida útil do produto no mercado. O excesso de umidade dentro da embalagem favorece o crescimento microbiano e a atuação de enzimas do vegetal. O binômio tempo e velocidade de centrifugação devem ser ajustados para o produto,

considerando o equipamento e a quantidade de produto a ser centrifugado. A secagem dos floretes pode ser feita por meio de ar forçado (MORETTI, 2007).

3.2.1.6 Embalagem, selagem e etiquetagem

O acondicionamento deve ser de acordo com o mercado consumidor. Para venda a varejo, recomendam-se embalagens contendo de 150 a 500g de produto. Para as embalagens institucionais a quantidade de produto varia de 1 a 5 kg. Devem-se usar embalagens de plástico com taxas de permeabilidade a oxigênio e dióxido de carbono de acordo com a taxa respiratória do produto e a relação tamanho da embalagem com o peso de produto.

Os produtos embalados são colocados em caixas de plástico retornáveis e higienizadas, para facilitar o armazenamento em câmaras frias e a sua distribuição. Essas caixas devem passar por um eficiente programa de limpeza e sanitização sempre que retornarem para a empresa (MORETTI, 2007).

3.2.1.7 Armazenamento refrigerado e distribuição

O produto processado deve ser armazenado em câmara fria à temperatura entre 1°C e 5°C. A temperatura adequada no armazenamento é um dos fatores mais importantes na manutenção da qualidade e da segurança do alimento MP. Acréscimo de temperatura acarreta elevação das taxas de respiração, aumento na produção de etileno e conseqüente envelhecimento. Além disso, quanto maior a temperatura, maior é a taxa de crescimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos encontrados na superfície dos vegetais. Numa mesma câmara fria não devem ser armazenados produtos finais (processados) e matéria-prima, para evitar contaminação cruzada.

O produto deve ser distribuído o mais rápido possível depois do processamento, em caminhões refrigerados à temperatura de 5°C. Mantendo-se a

cadeia de frio na comercialização, o produto pode ser conservado por até quinze dias (MORETTI, 2007).

Segundo Sanches *et al.* (2009), o armazenamento refrigerado e a embalagem em atmosfera modificada podem ser indicados entre as técnicas usadas para retardar a senescência e promover a extensão da vida útil. A estocagem frigorífica além de diminuir o processo de respiração, pode reduzir a ação das enzimas, diminuir a perda de água e a ação dos microrganismos que provocam deterioração e aumentar a vida útil de comercialização.

O processamento mínimo pode se constituir numa prática eficiente para reduzir as perdas pós-colheita e garantir a qualidade sensorial e microbiológica do brócolis. A preservação do produto, por meio da utilização de um sistema de embalagem adequado, associado à refrigeração, é uma técnica eficiente para a manutenção da qualidade e extensão da vida útil, aumentando, por meio da cadeia de pós-colheita, o seu valor comercial, deixando-o mais disponível ao consumidor (SEABRA *et al.*, 2001).

3.3 CENOURA *IN NATURA*

Segundo Moraes (2006), a cenoura é uma raiz cônica ou cilíndrica muito firme, quando bem hidratada, com pouco volume intercelular, que pode ser removida do solo com poucos ferimentos. A elevada firmeza, a baixa percentagem de volumes gasosos intercelulares, e o fato de ser uma raiz alongada tornam as raízes bem hidratadas susceptíveis à rachadura transversal de impacto.

Cultivada em grande escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil, a cenoura é uma hortaliça da família *Apiaceae*, do grupo das raízes tuberosas. É originária de áreas temperadas da Ásia Central (Índia, Afeganistão e Rússia) e sua cultura remonta há mais de dois mil anos. A colonização portuguesa trouxe a cenoura para o Brasil, mas sua difusão, principalmente no sul e sudeste, só ocorreu depois da imigração de asiáticos e outros europeus (MORAES, 2006).

A produção brasileira de cenoura em 2005 ficou em torno de 760 mil toneladas, obtidas em uma área aproximada de 26 mil hectares. Esses números

correspondem a aproximadamente 4,5% da produção total e a 3,5% da área total plantada com hortaliças no Brasil (MORETTI, 2007).

O solo deve ser bem fofo, sem qualquer obstáculo ao crescimento das raízes, para que não ocorram deformações. O amarelecimento, secamente das folhas mais velhas e o arqueamento das folhas mais novas são indicativos do ponto de colheita.

Além do consumo *in natura* em saladas (crua ou cozida) e na forma de bolo, pão, purê, suflê, creme, doce ou suco, também é utilizada como matéria-prima para indústrias processadoras de alimentos. Assim, são comercializadas na forma MP (minicenouras, cubos, ralada, em rodela) ou processadas na forma de seleta de legumes, alimentos infantis e sopas instantâneas (Embrapa e Sebrae, 2010).

São grandes fontes de fibra alimentar, antioxidantes, minerais, também fornece cálcio, sódio e potássio e β -caroteno. Este último, responsável pela coloração alaranjada característica do vegetal, é uma pró-vitamina A (substância que dá origem à vitamina A dentro de um organismo vivo). Ele ajuda o desempenho dos receptores da retina, melhorando a visão. Também ajuda a manter o bom estado da pele e das mucosas. No ser humano, apenas cem gramas de cenoura são suficientes para suprir às necessidades diárias de vitamina A (NEVES, 2007).

3.3.1 Colheita e Seleção

Segundo Neves (2007), quando as plantas apresentam as folhas com tendência a pendulares, sendo que as superiores se abrem, encostando suas pontas no solo, e as inferiores iniciam um amarelecimento, é atingido o ponto de maturação. Normalmente colhe-se entre o 80º ao 110º dia, após a semeadura direta, prolongando-se o período produtivo por 15 a 30 dias, visto que nem todas as raízes atingem o ponto adequado de desenvolvimento ao mesmo tempo. A precocidade depende do cultivar e das condições ecológicas.

Deve-se arrancar somente a quantidade possível de ser preparada no mesmo dia. Após o arranquio, a parte aérea é destacada (quebrada) da raiz, ocasião em que se faz uma pré-seleção eliminando as raízes com defeitos. Em seguida elas são acondicionadas em caixas de madeira ou de plástico e transportadas para o

galpão para serem lavadas, selecionadas, classificadas e acondicionadas (MORETTI, 2007).

3.3.2 Higiene

Antes da comercialização a cenoura costuma ser lavada. Esta lavagem deve ser feita com água limpa e trocada com frequência. O emprego de cloro (100 mg/L) também auxilia na sanitização. A concentração de cloro ativo e o pH próximo a 7,0 devem ser confirmados várias vezes ao dia (MORAES, 2006)

A lavagem com lavadores menos agressivos é uma necessidade atual, visto que o uso de lavadoras tem causado esfoladuras, rachaduras e outros ferimentos que causam aumento da respiração, da deterioração e prejuízo para a qualidade da cenoura (MORAES, 2006).

3.3.3 Acondicionamento e Transporte

Durante o armazenamento a cenoura não deve ser exposta a concentrações de etileno superiores a 0,5 µL de etileno por litro de ar, pois este gás causa a formação de substâncias fenólicas de sabor amargo como a isocumarina. Por esta razão, deve-se evitar o armazenamento próximo a fontes de etileno como frutos amadurecidos e a motores de combustão. As raízes fatiadas ou submetidas a danos mecânicos produzem mais isocumarina quando expostas ao etileno (MORAES, 2006).

Segundo Neves (2007), em condições ambientais, a cenoura perde sua turgescência alguns dias após a colheita. Em câmaras frigoríficas, com temperaturas de 0 a 2°C e umidade relativa do ar acima de 95%, a conservação se prolonga de 4 até 6 meses. Este é um recurso que pode ser utilizado pelos produtores, visando ajustar a oferta à demanda, nos mercados, obtendo-se melhores cotações.

A desidratação também pode tornar as raízes de cenoura flácidas e sem valor comercial. No mercado varejista, pulverizações frequentes de água e o uso de

embalagens plásticas perfuradas são empregadas para manter a hidratação (MORAES, 2006).

Na comercialização em gôndolas a cenoura pode ser pulverizada frequentemente com água. As raízes de cenoura absorvem a água pulverizada e se reidratam.

Se todo o manuseio da cenoura for feito sob refrigeração, então, a comercialização da cenoura pré-embalada em sacos plásticos é uma forma preferível de manter a qualidade, diminuir a perda de água por transpiração e diminuir manuseio do produto pelos consumidores (MORAES, 2006).

O simples uso de água fria na lavação aumenta a vida útil da cenoura e permite melhor conservação e transporte mesmo na falta de refrigeração. Após a lavação e secagem a cenoura é classificada e embalada. Produtores estão comercializando a cenoura em caixas de papelão, o que diminui substancialmente os danos mecânicos impostos às raízes (MORAES, 2006).

3.4 MINICENOURA MINIMAMENTE PROCESSADA

A cenoura é uma das hortaliças tradicionais mais consumidas no Brasil. Entretanto, o consumo de minicenouras tipo “cenourete” obtidas via processamento mínimo ainda é muito pequeno no país. Isto se deve possivelmente ao restrito conhecimento da tecnologia de produção deste produto e da dificuldade em se obter matéria prima de qualidade e com regularidade, especialmente no período de verão. As raízes das principais cultivares utilizadas no Brasil não apresentam características de qualidade como coloração, formato e tamanho adequados para possibilitar máximo rendimento industrial (VIEIRA *et al.*, 2005)

A redução da importação, o crescimento da indústria de processamento mínimo no Brasil, a existência de matéria-prima de boa qualidade e o desejo de fornecer ao pequeno agricultor tecnologia nacional de produção de minicenoura levaram diversas instituições brasileiras a unir esforços para desenvolver tecnologia própria de processamento mínimo de minicenouras no país (MORETTI, 2007).

No Brasil, o surgimento das minicenouras deu-se por volta do final da década de 90, quando pequenas agroindústrias do estado de São Paulo deram

início ao processamento de raízes sem padrão para o mercado *in natura*. O processo então adotado era totalmente artesanal, desde o corte da matéria prima até a obtenção da minicenoura, que era somente apresentada na forma de palito, similar a “*baby carrot*” americana. Em 1999, uma pequena indústria metalúrgica de Santo André (SP) desenvolveu um dos primeiros protótipos de torneador de raízes pré-cortadas, que tinha como grande inconveniente a retirada quase total da parte externa da raiz (floema) (MORETTI, 2007).

Cerca de 10% desta produção é constituída por raízes consideradas finas, classificadas comercialmente como tipo 1A, que, dependendo da época de plantio, da região e do sistema de produção empregado, este percentual pode representar até 20% da produção total. Em geral, esta categoria de raiz apresenta cotação de preço inferior em relação às demais categorias, sendo que em algumas regiões nos períodos de maior oferta de produto, grande parte destas é descartada por ser antieconômica a sua retirada da lavoura (LANA *et al.*, 2001).

A cenoura (*Dacus carota L.*) é uma das principais hortaliças comercializadas no Brasil, na forma minimamente processada. Cortada em palitos, em fatias (rodela), cubos ou na forma de minicenouras, é um produto que está na maioria das gôndolas dos supermercados brasileiros (MORETTI, 2007).

3.4.1 Etapas de Processamento

3.4.1.1 Manuseio da matéria prima

Após a colheita, as raízes tipo 1A, devem ser lavadas e colocadas em câmara fria, para evitar o processo de deterioração. As operações de preparo da matéria-prima consistem primeiramente na obtenção de raízes de boa qualidade (LANA *et al.*, 2001). Segundo Silva *et al.* (2000), devem ser escolhidas cenouras com boa uniformidade de formato e cor, que tenham sido recém-colhidas e lavadas. Deve-se evitar o uso de raízes murchas, manchadas, enrugadas, tortuosas, bifurcadas ou atacadas por doenças, pois estes defeitos dificultam as etapas

seguintes de preparação do material a ser processado e podem comprometer a qualidade do produto final.

A segunda etapa de preparo da matéria prima consiste em cortar as raízes em pedaços com comprimento e diâmetro padronizados, segundo o tipo de minicenoura que se deseja produzir.

Na unidade de processamento, pode-se optar por complementar a remoção do calor de campo com o emprego de ar frio ou de água gelada (ao redor de 5°C), quando disponível (MORETTI, 2007).

As raízes selecionadas são então classificadas de acordo com as exigências da agroindústria para a produção de minicenouras (MORETTI, 2007).

3.4.1.2 Seleção, corte e padronização das raízes

A matéria prima a ser utilizada no processamento deve ser classificada em função do diâmetro, para posteriormente ser cortada em pedaços com o comprimento adequado. Isto é particularmente importante, pois é o processo de padronização da raiz que vai definir a uniformidade do produto final a ser obtido (LANA *et al.*, 2001).

Segundo Lana *et al.* (2001) dependendo do diâmetro da raiz, ela pode ser utilizada para produção de cenourete, ou catetinho, ou ainda para ser processada na forma de cubos, ralada, palito, etc. Assim, raízes ou pedaços de raiz com diâmetro inferior a 2,5 cm, e raízes ou pedaços de raiz com diâmetro variando de 2,5 até 3,0 cm são utilizadas para produção de cenourete e catetinho, respectivamente. Raízes ou pedaços de raiz com diâmetro maior de 3,0 cm podem ser utilizados para processamento visando outros produtos. Quanto ao comprimento dos pedaços de cenoura para processamento, visando à produção de cenourete, estes devem ser de 6,0 cm. Para produção de catetinho, as raízes devem ser cortadas com comprimento igual ao diâmetro.

A matéria-prima, em forma de raízes ou pedaços, pode ser acondicionada dentro de sacos plásticos de alta densidade, e armazenada em câmara fria à temperatura de 1 a 5°C, por período não superior a 2 semanas, sem prejuízo da qualidade final do produto.

3.4.1.3 Pré-lavagem

A pré-lavagem consiste na limpeza (com água limpa corrente e de boa qualidade) do material que vem do campo, a fim de remover matéria orgânica e demais impurezas aderidas ao produto (MORETTI, 2007).

3.4.1.4 Torneamento

Deve ser realizado utilizando-se de porções de um quilograma, sendo que o tempo de processamento deve ser de três minutos, utilizando-se a lixa mais grossa da torneadora (LANA *et al.*, 2001). A matéria-prima passa por uma torneadora dotada de lixa áspera, que promove a remoção da superfície e a eliminação das partes angulares, fazendo com que os pedaços inicialmente cilíndricos, se tornem arredondados (SILVA *et al.*, 2000).

Após esta fase, é feito o acabamento com a finalidade de reduzir a aspereza da superfície do produto, melhorando sua aparência e reduzindo o esbranquiçamento, que é causado pela desidratação durante as etapas de comercialização. Para tal, porções de um quilograma, seja de cenourete ou de catetinho, devem ser reprocessadas durante um minuto, na mesma torneadora, agora equipada com lixa de granulometria 100. A água utilizada na fase de acabamento não deve ser reciclada, mas deve passar pelo sistema de filtragem para remoção dos resíduos sólidos (LANA *et al.*, 2001).

3.4.1.5 Lavagem e sanitização

O produto processado deve ser deixado por 1,5 minuto em água gelada e clorada com água sanitária comercial, na proporção de 0,7% (100 mL de água sanitária a cada 15 L de água) (LANA *et al.*, 2001).

Segundo Moretti (2007), a solução de cloro pode ser obtida com sanitizantes próprios para alimentos que tenham cloro como ingrediente ativo, facilmente encontrado no mercado. Outras fontes de cloro comercial como água sanitária e outros produtos de limpeza, devem ser evitadas, porque podem conter resíduos tóxicos.

Recomenda-se trocar a solução sanitizante após duas ou três vezes de uso ou quando o nível de cloro ativo for menor que 100 mg de cloro ativo/L de água. A manutenção do pH da solução entre 6,5 e 7,5 é um dos pontos-chaves para o sucesso da sanitização. Se detectado pH abaixo de 6,5, deve-se adicionar pequenas quantidades de NaOH (hidróxido de sódio) até elevá-lo aos níveis recomendados. Se detectado pH acima de 7,5, este pode ser reduzido com a adição de ácido cítrico (MORETTI, 2007).

3.4.1.6 Enxágüe

Após o tratamento com cloro, o produto deve ser enxaguado em água limpa e clorada (10 mg cloro ativo/L de água), por aproximadamente cinco minutos, de preferência com temperatura entre 0°C e 5°C. A água em baixa temperatura nessa etapa e na anterior minimiza os efeitos indesejáveis do corte sobre o metabolismo do produto (MORETTI, 2007).

3.4.1.7 Centrifugação

A centrifugação é especialmente importante para a retirada do excesso de água agregado às minicenouras em decorrência das etapas anteriores. Esta etapa é bastante crítica, porque a retirada de água além do necessário pode causar esbranquiçamento do material, desordem que reduz significativamente o valor comercial final do produto (MORETTI, 2007).

3.4.1.8 Controle do esbranquiçamento

Segundo Barbosa (2008), a perda da aparência satisfatória em cenouras MP é geralmente atribuída a fatores que contribuem para o desenvolvimento de uma superfície “esbranquiçada”. Este fenômeno provavelmente é atribuído à desidratação externa da superfície do corte, e poderá ser acompanhado por síntese de lignina. Ambos podem estar diretamente relacionados com a extensão da superfície exposta ao dano.

É um fator limitante na comercialização do produto, apesar do uso de filmes de plástico polimérico. O emprego de revestimentos comestíveis superficiais para minimizar a perda de água é efetivo, mas camadas grossas, impermeáveis, interferem na difusão de outros gases e produzem condições anaeróbicas indesejáveis (MORETTI, 2007).

3.4.1.9 Acondicionamento, armazenamento e distribuição

O acondicionamento deve ser feito em sacos plásticos próprios para alimentos, preferencialmente sob vácuo parcial. O produto deve ser mantido sob-refrigeração à temperatura de 1°C a 5°C, não podendo ser congelado (LANA *et al.*, 2001).

Inicialmente, o sistema de embalagem mais empregado era o de vácuo parcial associado a filmes de poliolefina multicamadas. Todavia verificou-se que a baixa tensão de oxigênio no interior da embalagem causava anaerobiose e produzia sabores e odores desagradáveis (MORETTI, 2007).

Depois de embaladas, as minicenouras devem ser armazenadas e comercializadas sob temperatura ao redor de 5°C. O transporte do produto também deve ser refrigerado, podendo ser em caixas de isopor previamente higienizadas com solução de hipoclorito de sódio (50 mg/L), com camadas de gelo em escama, para auxiliar na manutenção da baixa temperatura. Quando possível, transportar em caminhões frigorificados, que garantem maior estabilidade da temperatura de armazenamento.

As minicenouras são geralmente comercializadas em pacotes de 250 gramas a 300 gramas, em balcões refrigerados que devem estar com temperatura regulada entre 2°C e 5°C.

A vida média de prateleira das minicenouras é de aproximadamente quinze a vinte dias, se todas as condições de processamento, armazenamento e transporte forem observadas (MORETTI, 2007).

A perda de matéria fresca da cenoura MP é o somatório da perda de carbono por meio da respiração que ocorre durante todo o tempo de armazenamento (BARBOSA, 2008).

3.5 COUVE FOLHA *IN NATURA*

Segundo Moretti (2007), a couve folha é uma hortaliça arbustiva anual, que produz folhas que podem ser consumidas tanto cruas, em salada, como cozidas. É grande a sua demanda em médios e grandes centros urbanos. Apresenta caule ereto e emite novas folhas continuamente ao redor do caule. Propaga-se por semente ou por plantio do broto lateral (EMBRAPA e SEBRAE, 2010).

Segundo Luengo e Calbo (2001), a couve folha apresenta folhas cerosas e por vezes espessas, que se desidratam com menos facilidade que a alface. A couve folha, no entanto, amarelece em apenas dois ou três dias a 20°C.

A couve manteiga (*Brassica oleracea var. acephala*) destaca-se por sua importância econômica, riqueza em sais minerais, vitaminas e facilidade de cultivo. São hortaliças originalmente de clima temperado (ROCHA *et al.*, 2005).

3.5.1 Colheita

O processo de obtenção de matéria prima de boa qualidade inicia-se antes da colheita. Após a colheita, os cuidados devem ser redobrados, a fim de que a matéria-prima chegue em boas condições à unidade de processamento mínimo (MORETTI, 2007).

Segundo Medina (1991⁷ *apud* MORETTI, 2007), as folhas de couve devem ser colhidas no ponto ótimo de maturidade hortícola, que corresponde a folhas com aproximadamente 35 cm a 40 cm de comprimento. As folhas devem ter boa aparência e estar isentas de ferimentos, manchas ou danos causados por insetos e pragas.

A colheita manual é a mais indicada e também a mais praticada pelos produtores, devendo ser realizada preferencialmente nas horas mais frescas do dia, para proporcionar o controle de temperatura do produto (AMARANTE; PUSCHMANN, 1993).

Segundo Amarante e Puschmann (1993), o estado hídrico no momento da colheita não é o fator determinante da senescência e longevidade pós-colheita da folha de couve, desde que seja minimizada a perda de água durante o seu armazenamento e sim seu elevado metabolismo energético.

3.5.2 Higiene

Todos os equipamentos usados na colheita, como caixas de plástico, sacos e outros, devem estar limpos e higienizados. As caixas de plástico para a acomodação das folhas colhidas não devem ficar em contato com o solo, a fim de evitar o transporte de sujeira para a área de processamento e a contaminação do produto com microrganismos fitopatogênicos do solo (MORETTI, 2007).

As folhas devem ser lavadas em tanques próprios, por imersão ou com água corrente, limpa e de boa qualidade, retirando as impurezas, insetos e outros organismos que estejam aderidos ao produto. A imersão deve durar aproximadamente cinco minutos. Para maior eficiência da limpeza, usar detergentes próprios para alimentos. Posteriormente as folhas devem ser enxaguadas com água limpa, para a retirada do excesso de detergente (MORETTI 2007).

⁷ MEDINA, V. M. **Crescimento e senescência foliar da couve (*Brassica oleracea*, L. var. *acephala*)**. 1991. 65 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

3.5.3 Armazenamento e Transporte

Rocha *et al.* (2005) concluíram que as embalagens transparentes perfuradas são melhores para a conservação de folhas de couve manteiga devido a sua permeabilidade de O₂ e CO₂.

O transporte é normalmente realizado com as folhas agrupadas em maços, acondicionados em ripados, que expõe as folhas a elevada perda de água, ao mesmo tempo em que machucam as folhas externas. Sugere-se que o transporte seja feito com aplicação de gelo picado entre os maços, em caixas de laminado de madeira, plástico retornável ou papelão parafinado (LUENGO; CALBO, 2001).

Segundo Luengo e Calbo (2001), o emprego de refrigeração e umidade elevada é importante para a couve comercializada em maços. Quando a couve é comercializada em balcões, sem o emprego de filmes plásticos, que reduzem a transpiração, o emprego de pulverizações periódicas com água ajuda a manter as folhas frescas e túrgidas.

3.6 COUVE FOLHA MINIMAMENTE PROCESSADA

A couve é uma folhosa rica em nutrientes e vitaminas, que pode ser processada, picada e embalada, ficando pronta para o consumo na forma de saladas ou cozida (ROCHA, 2010).

Segundo Moretti (2007), as folhas de couve minimamente processadas sem procedimentos rígidos de controle apresentam rápida deterioração fisiológica e microbiológica.

É uma hortaliça que apresenta rápida perda de turgescência e senescência pós-colheita, sendo encontrada comercialmente na forma minimamente processada, porém, com curto prazo de validade (PUSCHMANN *et al.*, 2002⁸ *apud* ROCHA, 2010).

⁸ PUSCHMANN, R.; SOARES, N. F. F.; VANETTI, M. C. D.; DANTAS, M. I. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; MININ, V. P. R.; CAMPOS, R. S.; BARBOSA, R. L.; SILVA, D. F. P.; GOMES, A. Tecnologia de

Segundo Rocha (2010), o processamento mínimo de couve envolve várias etapas, que vão desde a colheita da matéria-prima até o seu armazenamento e distribuição, conforme o transporte ao local de processamento, elas devem ser reidratadas para maior conservação. Em seguida, são submetidas ao pré-resfriamento, lavagem e seleção. Durante a seleção e preparo das folhas, a retirada do talo resulta em um rendimento em torno de 50%.

Os principais problemas que afetam a qualidade durante o armazenamento estão relacionados com a perda da coloração verde, ressecamento, cheiro desagradável e consequente redução da vida de prateleira, devido ao acelerado processo de senescência.

Embora o fatiamento da folha aumente consideravelmente o seu metabolismo respiratório, a couve pode ser conservada por vários dias sob a forma minimamente processada, desde que manuseada, embalada e refrigerada adequadamente, o que se mostra conveniente para a sua comercialização (BEAULIEU *et al.*, 1997⁹ *apud* MORETTI, 2007; CARNELOSSI, 2000¹⁰ *apud* MORETTI, 2007).

Segundo Moretti (2007), o processamento imediato tem efeito fisiológico benéfico de retardar a senescência. No entanto, se a colheita e o processamento forem realizados em horários diferentes, deve-se proceder ao resfriamento rápido das folhas, de forma a reduzir o seu metabolismo e recuperar a sua turgescência. Assim é possível viabilizar a colheita e o processamento de couve em diferentes horários, obtendo-se produtos com alta qualidade e vida de prateleira estendida.

Sugere-se então que o processamento mínimo da couve ocorra após a estabilização da taxa respiratória, evitando-se assim realizá-lo logo após a colheita, quando a taxa respiratória e a produção de etileno estão mais acentuadas. Para a completa rehidratação foliar e a concomitante remoção do calor de campo, as folhas devem passar por um resfriamento rápido ou hidrorresfriamento. Após a colheita as folhas devem ser colocadas em recipientes que permitam que o pecíolo fique imerso

processamento mínimo de couve. In: **Seminário Internacional de Pós-Colheita e Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**, 2002, Brasília. Anais. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002.

⁹ BEAULIEU, J. C.; OLIVEIRA, F. A. R.; FERNANDES, T. D.; FONSECA, S. C.; BRECHT, J. K. Fresh-cut kale: quality assessment of portuguese storage-supplied product for development of a MAP system. **International Controlled Atmosphere Research Conference**, Amsterdam, Proceedings..., v. 5, p. 145-151, 1997.

¹⁰ CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea*, L. var. *acephala*) minimamente processada**. 2000. 79 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, outubro de 2000.

em água e assim devem ser armazenadas em câmara fria a $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, por quatro a oito horas, para recuperar a sua turgescência e reduzir a sua atividade metabólica. (CARNELOSSI, 2000¹¹ *apud* MORETTI, 2007).

3.6.1 Etapas de Processamento

3.6.1.1 Seleção, classificação e lavagem

Nesta etapa, ainda, faz-se também a retirada da nervura central, com facas afiadas e higienizadas. Após todas essas operações, o produto deve ser colocado em caixas limpas e higienizadas, para serem usadas na área de processamento. As folhas de couve devem ser pré-selecionadas e classificadas pelo tamanho, aparência visual e integridade, facilitando assim o manuseio durante o processamento (MORETTI, 2007).

3.6.1.2 Corte

Por provocar intenso estresse adicional, o corte resulta em um aumento transitório da respiração, que é reduzido pelo resfriamento da matéria-prima. A espessura de corte da couve mais aceita pelos consumidores situa-se entre 1,0 e 2,0 mm (ROCHA, 2010).

Segundo Moretti (2007), o corte aumenta a taxa respiratória da folha de couve aproximadamente duas vezes, indicando que o estresse do corte tem efeito drástico sobre o metabolismo do produto picado.

À medida que se eleva a temperatura, verifica-se também aumento na taxa respiratória e na produção de etileno do produto MP, o abaixamento da temperatura

¹¹ CARNELOSSI, M. A. G. **Fisiologia pós colheita de folhas de couve (*Brassica oleracea*, L. var. *acephala*) minimamente processada**. 2000. 79 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, outubro de 2000.

é o fator mais comum e mais importante para minimizar os efeitos de injúrias causadas durante o processamento mínimo de frutas e hortaliças. As injúrias reduzem a vida de prateleira e ocasionam perdas nas propriedades nutricionais e sensoriais dos produtos MP (MORETTI, 2007).

Segundo Cantwell (2000¹², *apud* MORETTI, 2007) recomenda estrito controle da temperatura durante o processamento, transporte e armazenamento, a fim de minimizar os danos e reduzir o crescimento microbiológico.

3.6.1.3 Sanitização e enxágue

A sanitização de couve MP deve ser realizada por imersão em água resfriada a 5°C, com gelo, contendo 150 ppm de cloro ativo, por aproximadamente dez minutos. Em seguida deve ser enxaguada em água resfriada a 5°C, contendo 3 ppm de cloro ativo, para a retirada do excesso de sanitizante. O cloro ativo deve ser próprio para alimentos. Para a sanitização e enxágue, que deve ser realizado em tanques de aço inoxidável, o produto deve ser colocado em sacos de náilon ou em caixas de plástico limpas e higienizadas. Nos tanques de sanitização e enxágue os produtos devem ficar completamente imersos (MORETTI 2007).

Segundo Carnellosi *et al.* (2005), a utilização de baixa temperatura (5°C) durante a sanitização é importante para a redução da taxa respiratória do produto MP, como preconizado.

Segundo Rocha (2010), a sanitização ou higienização consiste na imersão do produto cortado em solução de cloro ativo, visando reduzir a contaminação microbiana do produto. Ela é mais eficaz se realizada em solução resfriada, em torno de 5°C, pois remove o calor e abaixa o metabolismo das hortaliças e, com isso, obtêm-se um produto de conservação prolongada.

Para a etapa de enxágue, afirma que o uso de cloro ativo, a uma temperatura de 5°C, é essencial para retirada de resíduos celulares (suco celular,

¹² CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: **Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças**, 2. Viçosa, 2000. Palestras, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 156-182.

resíduos de parede celulares, pigmentos e outros) e cloro residual, diminuindo o substrato para o crescimento microbiano (ROCHA, 2010).

3.6.1.4 Centrifugação

Segundo Rocha (2010), a diferença entre a massa fresca do produto antes e após a sanitização e enxágüe, mostra que o tempo requerido para a remoção do excedente de água e exsudados celulares absorvidos pelos tecidos no processo de sanitização e enxágüe é de 10 minutos, em condições de uso de centrífuga doméstica com velocidade máxima constante, para 800 g de matéria prima. No entanto o autor ressalta que o tempo de centrifugação deve ser adequado e especificado para cada equipamento utilizado.

A centrifugação é necessária para retirar o excesso de água no produto em decorrência da lavagem, sanitização e enxágüe. Pode ser realizada com uma centrífuga doméstica de pequeno porte, com velocidade constante, ou com centrífugas industriais com velocidades maiores. O tempo de centrifugação mais adequado para retirar o excesso de água e fluidos celulares resultantes da lavagem, do fatiamento e da sanitização deve ser determinado, para cada situação específica, por meio da variação do tempo de centrifugação e de acordo com as condições específicas de operação, como velocidade angular e raio da centrífuga e quantidade de produto a ser centrifugado (MORETTI, 2007).

3.6.1.5 Embalagem

O uso de filmes de plástico que restringem a perda de água é de vital importância para a manutenção da qualidade da couve MP, ainda que sob baixas temperaturas. Por ser extremamente sensível à desidratação, a conservação de couve MP depende de uma embalagem que restrinja a perda de água e que ao mesmo tempo permita trocas gasosas de oxigênio e gás carbônico (MORETTI, 2007).

Dentre vários filmes testados, a poliolefina multicamadas é bastante adequada, por permitir trocas gasosas suficientes para reduzir o metabolismo, sem evidenciar fermentação. No entanto, a prática de perfurar as embalagens com garfos, a fim de aumentar a gasosa, é condenável, pois propicia a contaminação do produto embalado (ROCHA, 2010).

3.6.1.6 Armazenamento e distribuição

O armazenamento da couve MP em condições adequadas de temperatura é essencial para a manutenção da qualidade do produto final (ROCHA, 2010).

A couve MP normalmente é distribuída e comercializada em pacotes de 250 gramas a 300 gramas, dispostos em balcões refrigerados com temperatura de 1°C a 5°C. Deve-se evitar expor o produto a variações de temperatura, porque causa condensação de vapor d'água na superfície interna da embalagem, o que dificulta a visualização do produto. A couve na forma minimamente processada é extremamente perecível. A sua comercialização em gôndolas abertas, cujas temperaturas atingem 10°C, aumenta as possibilidades de riscos de intoxicação alimentar, por causa do crescimento de bactérias patogênicas ao homem nessas condições (MORETTI, 2007).

Rocha (2010) recomenda que a couve seja processada, armazenada e comercializada sob-baixas temperaturas, em torno de 5 °C.

4 METODOLOGIA

4.1 MATÉRIA-PRIMA

As amostras alvo deste estudo (brócolis, cenoura e a couve folha *in natura* e MP), foram adquiridas em estabelecimentos comerciais da cidade de Medianeira – PR, e armazenadas, até sua utilização, nas mesmas condições em que se encontravam no momento da compra (o brócolis e a cenoura MP congelados em freezer, e os demais vegetais em gôndolas à temperatura ambiente). Os vegetais MP estavam acondicionados em embalagens de plástico. Os vegetais foram adquiridos no mesmo dia das análises físico-químicas, para ter melhor confiabilidade nos resultados das mesmas.

4.2 METODOLOGIAS ANALÍTICAS

As amostras foram avaliadas por meio de parâmetros físico-químicos com o objetivo de avaliar a qualidade dos produtos, a fim de comparar os produtos *in natura* com os produtos minimamente processados.

As análises de textura, cor, clorofila e sólidos solúveis (^oBrix), foram realizadas nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

As análises de umidade, resíduo mineral fixo (cinzas), proteína bruta, lipídeos (extrato etéreo), fibra bruta, pH, vitamina C e acidez foram submetidas para análise no Laboratório de Águas e Alimentos da Universidade Estadual de Maringá.

4.2.1 Sólidos Solúveis (°Brix)

A determinação dos sólidos solúveis foi medida pelo índice de refração em refratômetro portátil (Modelo ATAGO N1), o qual possui intervalos de leitura de 0 à 32 °Brix. A calibração do aparelho foi feita com água destilada, que apresenta índice de refração zero (IAL, 1985).

4.2.2 Umidade ou Substâncias Voláteis (105°C)

Foram pesadas 6 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Durante 3 horas a amostra foi aquecida em estufa e na sequência foi resfriada em dessecador até a temperatura ambiente. Foi pesada e repetida a operação em aquecimento e resfriamento até peso constante (IAL, 1985).

4.2.3 Resíduo Mineral Fixo (Cinzas)

Foram pesadas 5 g da amostra em uma cápsula, previamente aquecida em mufla a 550°C, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Após a amostra foi carbonizada em temperatura baixa e incinerada em mufla a 550°C, até a eliminação completa do carvão e resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Foram repetidas as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante (IAL, 1985).

4.2.4 Proteína Bruta

Uma amostra de 1 g da amostra foi pesada em papel de seda, após foi transferida para o balão de Kjeldahl, onde em seguida adicionou-se 25 mL de ácido sulfúrico e cerca de 6 g da mistura catalítica. Após foi levada ao aquecimento em chapa elétrica, na capela, até que a solução se tornou azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). Após foi aquecida por mais uma hora e deixada esfriar. O balão foi ligado ao conjunto de destilação, e mergulhado a extremidade afilada do refrigerante de fluxo em 25 mL de ácido sulfúrico 0,05 M, contido em frasco erlenmeyer de 500 mL com 3 gotas do indicador vermelho de metila. Foi adicionado ao frasco que contém a amostra digerida, por meio de um funil com torneira, solução de hidróxido de sódio a 30% até garantir um ligeiro excesso de base. Foi aquecida a ebulição e destilada até obter cerca de 250 - 300 mL do destilado. Foi titulado o excesso de ácido sulfúrico 0,05 M com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila (IAL, 1985).

4.2.5 Lipídeos (Extrato Etéreo)

A avaliação de lipídeos (extrato etéreo) foi feita por meio de extração direta em Soxhlet. Para tal, foram pesadas 5 g de amostra em cartucho de Soxhlet e amarrada com um fio de lã previamente desengordurado. Foi transferido o cartucho amarrado para o aparelho extrator tipo Soxhlet. Foi acoplado ao extrator o balão de fundo chato previamente tarado a 105°C. Então foi adicionado o éter em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio e adaptado a um refrigerador de bolas. Após foi mantida sob aquecimento em chapa elétrica à extração contínua por 8 horas (quatro gotas por segundo). Foi retirado o cartucho amarrado, destilado o éter e transferido o balão com o resíduo extraído para uma estufa a 105°C, mantida por cerca de 1 hora. Foi então resfriada em dessecador até a temperatura ambiente. Pesada e repetidas às operações de aquecimento por 30 minutos na estufa e resfriada até peso constante (IAL, 1985).

4.2.6 Fibra Bruta

Foram pesadas 2 g da amostra, a qual foi envolvida em papel de filtro e amarrada com lã. Foi realizada a extração contínua em aparelho de Soxhlet, usando éter como solvente. Foi aquecido em estufa para eliminar o resto de solvente e o resíduo foi transferido para um frasco de erlenmeyer de 750 mL, com boca esmerilhada, onde foi adicionado 100 mL de solução ácida e 0,5 g de agente de filtração. Foi adaptado o frasco de erlenmeyer a um refrigerador de fluxo por 40 minutos a partir do tempo em que a solução ácida foi adicionada e mantida e sob aquecimento. Então, foi agitado frequentemente, a fim de evitar que gotas sequem na parede do frasco e filtrada em cadinho de Gooch previamente preparado com areia diatomácea e com auxílio de vácuo. Foi lavado com água fervendo até que a água de lavagem não tenha reação ácida. Então, foi lavada com 20 mL de álcool e 20 mL de éter. Foi aquecida em estufa a 105°C por 2 horas. Resfriada em dessecador até a temperatura ambiente. Pesada e repetidas às operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Após a amostra foi incinerada na mufla a 550°C e resfriada em um dessecador até a temperatura ambiente. Pesadas e repetidas às operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. A perda de peso foi igual à quantidade de fibra bruta obtida (IAL, 1985).

4.2.7 pH (20°C)

Foram pesadas 10 g de amostra em um béquer e diluída para 100 mL de água. Agitado o conteúdo até que as partículas ficassem uniformemente suspensas. O pH foi determinado, com o aparelho previamente calibrado de acordo com as instruções do manual do fabricante (IAL, 1985).

4.2.8 Vitamina C com Iodeto de Potássio

Foram pesadas e homogeneizadas 20 g da amostra. Transferidas para um frasco de erlenmeyer de 30 mL com auxílio de 50 g de água. Adicionado 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20%. Homogeneizada e filtrada para um frasco de erlenmeyer, lavando o filtro com água e logo após com 10 mL de solução de ácido sulfúrico a 20 %. Adicionado 1 mL de solução de iodeto de potássio a 10 % e 1 mL solução amido a 1%. Titulada com solução de iodeto e potássio a 0,02 M até coloração azul (IAL, 1985).

4.2.9 Acidez

Foram pesadas 5 g de amostra, transferidas para um frasco de erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água. Adicionadas 2 a 4 gotas da solução de fenolftaleína e foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea (IAL, 1985).

4.2.10 Clorofila

As amostras de couve folha e brócolis *in natura* e MP foram picadas e pesadas 1,25 g de cada amostra, a qual foi macerada (com auxílio de um almofariz e pistilo) com 17,5 mL de acetona 80%. Na sequência foi forrado um funil com papel de filtro umedecido em 5 mL de acetona 80% e filtrado o macerado.

Após a passagem do líquido pelo papel de filtro, foi lavado o resíduo que ficou retido no papel de filtro com 10 mL de acetona 80%, após a passagem total do líquido pelo papel filtro, completou-se o volume do balão de 50 mL (que continha o líquido filtrado no papel de filtro) com acetona 80%.

Então, foi efetuada a leitura em espectrofotômetro (Modelo 700 Plus – FEMTO LTDA) nos comprimentos de onda de 663 nm e 647 nm. As amostras foram

bem homogeneizadas antes da leitura de absorvância. Acetona 80% foi utilizada como branco para calibração do espectrofotômetro. As análises foram realizadas em triplicata (LICHTENTHALER, 1987).

Os teores de clorofilas totais, clorofila 'a' e clorofila 'b', dados em µg/g, foram calculados por meio das equações (1), (2) e (3), respectivamente, estabelecidas por Lichtenthaler (1987), como segue:

$$\text{Clorofilas Totais} = 7,15 (Abs_{663\text{ nm}}) + 18,71 (Abs_{647\text{ nm}}) \quad (1)$$

$$\text{Clorofila 'a'} = 12,25 (Abs_{663\text{ nm}}) - 2,79 (Abs_{647\text{ nm}}) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila 'b'} = 21,50 (Abs_{647\text{ nm}}) - 5,10 (Abs_{663\text{ nm}}) \quad (3)$$

onde $Abs_{647\text{ nm}}$ e $Abs_{663\text{ nm}}$ são os valores da absorvância lida no espectrofotômetro no comprimento de onda de 647 e 663 nm, respectivamente.

4.2.11 Cor

A avaliação de cor foi realizada em colorímetro portátil (Modelo Minolta CR400). As amostras foram pré-preparadas para realização da análise, as cenouras *in natura* foram cortadas em rodela e as cenouras MP foram cortadas transversalmente, para o brócolis foi realizada a análise na flor e no talo do vegetal, para a couve-folha *in natura* foi realizada a leitura da folha inteira e da MP foi realizada nas tiras sobrepostas para que o foco de luz não fosse desviado interferindo no resultado da análise. Para cada amostra foram realizadas três leituras utilizando-se os parâmetros do sistema CIELab (L^* indica luminosidade, a^* representa cor e saturação no eixo vermelho-verde e b^* significa cor e saturação no eixo amarelo-azul).

4.2.12 Textura

Foi realizada em texturômetro (TA.HD. Plus – Texture Analyser). As amostras foram pré-preparadas, as cenouras *in natura* foram cortadas em tamanhos e diâmetros iguais, e as MP foram utilizadas inteiras. Para o brócolis foram realizadas as análises dos talos para os dois tipos de processamentos. O método para a análise foi o de perfuração com o probe 2 mm, pré-teste *speed* de 5 mm/segundo, teste *speed* de 1 mm/segundo, pós-teste de 10 mm/segundo, força de 3.000 g e 2.000 g, *trigger force* 10,0 g e *break sensitivity* de 50,0 e 20,0 g.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos das análises físico-químicas foram avaliados por meio do teste *t-student*, utilizando o software Statistica 10,0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 BRÓCOLIS

Os resultados das análises de caracterização das amostras de brócolis, por meio de parâmetros físico-químicos, estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do brócolis *in natura* e MP.

ANÁLISES	<i>IN NATURA</i>	MINIMAMENTE PROCESSADO	TACO*
UMIDADE (%)	91,37 ± 0,02 ^a	92,54 ± 0,04 ^b	91,20
RESÍDUO MINERAL FIXO (g/100 g)	0,80 ± 0,00 ^a	0,40 ± 0,00 ^b	0,80
PROTEÍNA BRUTA (g/100 g)	3,10 ± 0,04 ^a	2,53 ± 0,04 ^b	3,60
EXTRATO ETÉREO (g/100 g)	0,32 ± 0,01 ^a	0,38 ± 0,00 ^b	0,30
FIBRA BRUTA (g/100 g)	2,52 ± 0,03 ^a	2,6 ± 0,00 ^b	2,90
ACIDEZ EM SOLUÇÃO NORMAL (%)	0,40 ± 0,00 ^a	0,78 ± 0,00 ^b	-
TEXTURA (N)	11,54 ± 2,05 ^a	4,28 ± 0,99 ^b	-
SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)	4,0 ^a	1,0 ^b	-
pH	6,64 ^a	5,02 ^b	-

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO/NEPA, 2011).

De acordo com a análise da Tabela 1, para o brócolis *in natura*, as análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, encontram-se em conformidade com os valores descritos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (TACO/NEPA, 2011).

Para todas as análises físico-químicas realizadas foram encontradas diferenças significativas entre o brócolis *in natura* e o brócolis MP. O efeito do corte e outros danos, provocados durante as etapas de processamento mínimo, tem como consequência o rompimento de organelas, modificação da permeabilidade das

membranas, desorganização celular, ativação da síntese de etileno e aumento na taxa de respiração (PORTE; MAIA, 2001, CHITARRA; CHITARRA, 2005), fatores que justificam, portanto, as diferenças significativas encontradas. Além disso, fatores como congelamento para melhor conservação do produto e o possível uso do processo de branqueamento, também interferem na alteração de alguns dos parâmetros avaliados, como a umidade, e a textura.

A taxa respiratória dos alimentos minimamente processados é aumentada de 3 a 7 vezes, em relação ao tecido intacto, o que se traduz em rápido consumo de oxigênio dentro da embalagem (PORTE; MAIA, 2001).

O etileno proveniente do corte (“etileno de ferida”) contribui para a biossíntese de enzimas envolvidas em alterações fisiológicas e bioquímicas associadas à senescência (BRECHT, 1995¹³ *apud* SASAKI et al., 2006). Em concentrações tão baixas quanto 0,1 µL/L, o etileno pode induzir uma série de respostas fisiológicas, incluindo amadurecimento, senescência e desordens fisiológicas (WATADA, 1986¹⁴ *apud* PORTE; MAIA, 2001). A produção de etileno por frutas e hortaliças processadas pode ser incrementada em até 20 vezes, quando comparada com vegetal intacto (VAROQUAUX; WILEY, 1997¹⁵ *apud* PORTE; MAIA, 2001).

Foi verificado que a acidez do brócolis MP (Tabela 1) foi superior à do brócolis *in natura*, em decorrência do aumento da respiração (acelera o metabolismo) em função da área danificada pelo corte no brócolis MP, com consequente produção de ácido orgânico (SIGRIST, 2003). As análises de pH confirmaram os resultados obtidos de um maior índice de acidez do brócolis MP quando comparado ao brócolis *in natura*. Pode ainda haver a contaminação microbiológica deste tecido exposto com o corte, o que também pode levar à produção de ácidos.

O teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi inferior para o brócolis MP comparado ao *in natura*. Esta redução pode ter ocorrido devido ao fato de o produto MP ter sofrido branqueamento, que é um processo no qual os produtos

¹³ BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, p. 14, 1995.

¹⁴ WATADA, A. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 5, p. 82-85, 1986.

¹⁵ VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. **Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas**. In: WILEY, R.C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: Acribia, 1997. p. 221-262.

são imersos em água quente, e desta forma, os sólidos solúveis podem ter sido carregados para a água, diminuindo assim seu conteúdo no interior do produto.

Além da perda de massa fresca, a textura é um parâmetro importante para expressar a qualidade de vegetais por meio da firmeza dos tecidos. Nesse sentido, a força máxima de perfuração dos vegetais nos diferentes processamentos foi investigada. A força máxima de perfuração representa a resistência da camada externa do brócolis à aplicação de uma força e permite uma avaliação do comportamento da textura dos mesmos (PADULA, 2006).

A partir da análise da Tabela 1 verifica-se que a textura do vegetal MP foi inferior à do vegetal *in natura*. Um dos fatores que pode ter ocasionado a redução do valor de textura nos vegetais MP é o processo de branqueamento provavelmente realizado após o corte, no qual o “pré-cozimento” dos tecidos pode resultar em uma consequente redução da textura. Essa redução da textura no vegetal MP pode tornar o vegetal menos atrativo ao consumidor, que almeja um produto MP com as mesmas características do produto *in natura*. Ainda quanto à textura, associada ao aumento da produção de etileno nos vegetais MP, deve-se considerar que o etileno estimula a síntese de enzimas envolvidas com a maturação e pode causar a perda de firmeza, provavelmente, devido à ativação de enzimas que hidrolisam a parede celular (WATADA, 1986¹⁶ *apud* PORTE, MAIA, 2001). Ainda, a degradação da textura nos produtos minimamente processados, deve-se também a ação de proteases e enzimas pectinolíticas dos compostos da parede celular para ao interior do produto (VAROQUAUX; WILEY, 1997¹⁷ *apud* PORTE; MAIA, 2001).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das análises de clorofila e cor realizados com as amostras de brócolis *in natura* e MP.

De uma maneira geral demonstra-se que a proporção entre clorofila *a* e *b* tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa. Uma maior proporção relativa de clorofila *b* em plantas sombreadas é uma característica importante, pois possibilita a captação de energia de outros comprimentos de onda e transferência para uma molécula específica de clorofila *a*, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese (WHATLEY, WHATLEY, 1982).

¹⁶ WATADA, A. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, v. 40, n. 5, p. 82-85, 1986.

¹⁷ VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. **Cambios biológicos y bioquímicos en frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas**. In: WILEY, R.C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: Acribia, 1997. p. 221-262.

Tabela 2 – Resultados de clorofila e cor do brócolis *in natura* e MP.

ANÁLISES	IN NATURA	MINIMAMENTE PROCESSADO
ANÁLISE CLOROFILA		
CLOROFILA a (µg/g)	11,38 ^a	12,53 ^b
CLOROFILA b (µg/g)	166,78 ^a	22,78 ^b
CLOROFILA a+b (µg/g)	178,16 ^a	35,31 ^b
BRÓCOLIS (FLOR)		
	IN NATURA	MINIMAMENTE PROCESSADO
ANÁLISE COR		
L *	40,67 ± 1,40 ^a	31,74 ± 1,97 ^b
a * ¹	(-9,35) ± 1,28 ^a	(-17,01) ± 2,47 ^b
b * ²	13,45 ± 1,48 ^a	28,83 ± 3,82 ^b
BRÓCOLIS (TALO)		
	IN NATURA	MINIMAMENTE PROCESSADO
ANÁLISE COR		
L *	79,04 ± 2,75 ^a	59,53 ± 2,97 ^b
a * ¹	(-8,36) ± 2,79 ^a	(-12,43) ± 1,39 ^b
b * ²	20,81 ± 4,61 ^a	21,7 ± 2,84 ^b

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* L = valor de luminosidade *¹ a = verde até vermelho *² b = azul até amarelo

Conforme Tabela 2, a clorofila “b” foi alterada devido à mesma ter sofrido possivelmente o emprego de branqueamento e anteriormente à estocagem a mesma estar na ausência de luminosidade por período prolongado. Para uma maior conservação dos teores de clorofilas do brócolis deve-se manter a temperatura baixa pós-colheita e, principalmente, proceder o armazenamento na ausência de luz (PALUDO; REINEHR, 2006).

A clorofila pode ser decomposta por várias enzimas (clorofiloxidase, clorofilases e hidrolases ácidas com atividade lipolítica). As clorofilas são convertidas em feofitinas em pH ácido, alterando a cor de vegetais como o brócolis (PORTE; MAIA, 2001).

Os parâmetros de cor medidos (sistema CIELab) foram L , a e b , onde L indica a luminosidade (0=preto e 100=branco) e a e b representam as coordenadas de cromaticidade ($+a$ = vermelho, $-a$ = verde; $+b$ = amarelo, $-b$ = azul).

De acordo com a Tabela 2 pode-se observar que o brócolis tende a ser mais luminoso no talo tanto para o produto *in natura* como para o MP. Isso se deve ao fato da flor possuir maior quantidade de pigmentos verdes, o que reflete no resultado da coordenada a , onde a flor do brócolis possui maior cromaticidade para o verde, porém a amostra MP possui valor mais negativo tanto no talo como na flor, demonstrando que o brócolis pode ter sofrido algum tipo de processamento para fixação da cor.

Baixas temperaturas podem reduzir a atividade de enzimas como a tirosinase e difenoloxidase, contribuindo para a conservação da cor dos vegetais. Contudo ainda que baixas, temperaturas inadequadas de armazenamento podem resultar em injúrias que afetam a cor e a qualidade de diversos alimentos, o que ressalta a importância da manutenção de temperaturas ótimas em toda a cadeia de produção e comercialização destes produtos (PORTE; MAIA, 2001).

As perdas geradas nas etapas que procedem à estocagem podem ser ocasionadas pelas condições e tratamento da cultura, o próprio cultivar e variedade, acidentes com o produto durante a colheita e sua manipulação. O emprego do resfriamento rápido é uma forma de se evitar problemas associados ao período pós-colheita, pois baixas temperaturas reduzem a cinética da velocidade do processo de maturação (FILHO, 2000¹⁸ *apud* BAREA; REINEHR, 2006).

O tratamento térmico do brócolis com água quente por alguns minutos, processo conhecido como branqueamento, é uma forma de atrasar o amarelecimento por até sete dias durante o armazenamento a 20°C, três semanas a 2,5°C e três a quatro semanas a 0°C (LUENGO; CALBO, 2001).

Para a coordenada b , as amostras tendem mais para o amarelo, onde o amarelecimento é indicativo da ocorrência de senescência foliar. Assim, o envelhecimento foliar é o estágio final do desenvolvimento desses órgãos, ocorrendo modificações na estrutura e no metabolismo, conseqüentemente ocorrendo à degradação dos pigmentos que são característicos.

¹⁸ FILHO, L. C. N. As hortaliças. **Revista Engenharia de Alimentos**, 33 ed., 2000.

5.2 CENOURA

Os resultados das análises de caracterização das amostras de cenoura, por meio de parâmetros físico-químicos, estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização da cenoura *in natura* e MP.

ANÁLISES	<i>IN NATURA</i>	MINIMAMENTE PROCESSADO	TACO*
UMIDADE (%)	90,40 ± 0,00 ^a	91,05 ± 0,00 ^b	90,10
RESÍDUO MINERAL FIXO (g/100 g)	0,95 ± 0,00 ^a	0,41 ± 0,01 ^b	0,90
PROTEÍNA BRUTA (g/100 g)	0,94 ± 0,02 ^a	0,72 ± 0,01 ^b	1,30
EXTRATO ETÉREO (g/100 g)	0,19 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,00 ^b	0,20
FIBRA BRUTA (g/100 g)	3,08 ± 0,02 ^a	2,37 ± 0,03 ^b	3,20
VITAMINA C (mg/100 g)	4,74 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,00 ^b	-
ACIDEZ EM SOLUÇÃO NORMAL (%)	0,28 ± 0,00 ^a	0,51 ± 0,01 ^b	-
TEXTURA (N)	15,06 ± 0,88 ^a	3,81 ± 0,60 ^b	-
SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)	5,8 ^a	3,8 ^b	-
pH	6,48 ^a	5,07 ^b	-

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO/NEPA, 2011).

Segundo a Tabela 3, para a cenoura *in natura*, as análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, encontravam-se em conformidade com os descritos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (TACO/NEPA, 2011).

Para a cenoura, de acordo com a análise estatística, todos os parâmetros investigados diferiram significativamente entre os produtos *in natura* e os produtos MP.

A umidade teve um pequeno aumento ocasionado pelo processamento e favorecido pelo tipo da embalagem. A umidade e/ou a perda de água é um parâmetro importante para a vida de prateleira do produto minimamente processado

e, pode ser uma das principais causas de deterioração dos produtos hortícolas minimamente processados (VERZELETTI; FONTANA; SANDRI, 2010).

Para as análises de resíduo mineral fixo, proteína bruta e fibra bruta, os vegetais MP apresentaram valor menor que os produtos *in natura*, o que é mais um indicativo de que pode ter ocorrido a utilização do processo de branqueamento do vegetal MP ou a utilização de compostos químicos para a conservação do mesmo.

O pH é um fator intrínseco ao alimento e exerce o maior efeito seletivo sobre a microflora apta a se desenvolver (LEITÃO, 1991¹⁹ *apud* LIMA *et al.*, 2001). De acordo com Stumbo (1965²⁰ *apud* LIMA *et al.*, 2001) a cenoura é classificada como um alimento pouco ácido por apresentar pH > 4,5. Assim, requer maior controle no processo, devido à possibilidade de crescimento de bactérias, formadoras de esporos ou endoesporos, que são perigosos à saúde. Nesse estudo o pH medido para a cenoura *in natura* foi superior ao vegetal MP, confirmando o caráter “pouco ácido” relatado anteriormente. Como citado anteriormente para o brócolis, o produto minimamente processado tem seu tecido interior exposto causando aceleração do metabolismo e conseqüentemente a alteração física do produto final (produção de ácidos orgânicos provenientes da respiração em condições anaeróbicas, que resulta em um menor valor de pH aos produtos MP). Esse resultado está de acordo com o resultado obtido para a análise de acidez (Tabela 3), na qual o produto MP apresenta maior valor de acidez, e assim, portanto, um menor valor de pH, que o produto *in natura*. De acordo com Kakiomenou, Tassou e Nychas (1996), em cenouras fatiadas armazenadas durante 17 dias a 10°C ocorreu o aumento da acidez atribuída pela produção dos ácidos láctico, málico, acético, succínico e pirúvico, podendo ser creditado como um produto do metabolismo microbiano.

A vitamina C é a mais instável das vitaminas por ser sensível aos agentes físico-químicos como luz, oxigênio e calor. A perda da sua estabilidade é citada por Klein (1987) como conseqüência de vários fatores, como rompimento celular por dano ao tecido, corte e moedura. A vitamina C é uma substância redutora facilmente oxidada, que sofre inativação quando exposta ao calor, ar e luz, podendo ser

¹⁹ LEITÃO, M. F. F. Microbiologia de sucos, polpas e produtos ácidos. In: Industrialização de Frutas. **Manual Técnico**, n.8. Campinas: ITAL, p.33-52, 1991. 206 p.

²⁰ STUMBO, C. R. **Thermobacteriology in food processing**. Academic Press, New York, 1965.

perdida quando aplicados processos que se utilizam destes parâmetros e que são tradicionalmente empregados e aceitos, mas é relativamente estável em meio ácido (WILSON, 1989²¹ *apud* LIMA *et al.*, 2001). A análise da Tabela 3 permite verificar que a quantidade de vitamina C na cenoura MP foi inferior à da cenoura *in natura* devido aos fatores de processamento descritos anteriormente.

O teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi inferior para a cenoura MP comparada à *in natura*. Esta redução pode possivelmente ter ocorrido devido o produto MP ter sofrido branqueamento, com isso os sólidos solúveis poderiam ter sido carregados para a água, diminuindo assim seu conteúdo no interior do produto. Essa diminuição também pode ser atribuída à degradação do produto com o passar do tempo de armazenamento. O metabolismo nas condições de anaerobiose pode diminuir a concentração de reservas energéticas em razão do consumo rápido de substratos respiratórios.

Na Tabela 3 verifica-se que a textura do vegetal MP foi extremamente inferior à do vegetal *in natura*, e estes resultados demonstram que os vegetais processados possuem textura inferior ao vegetal *in natura*, o que pode ser consequência de algum tratamento prévio, como por exemplo, o processo de branqueamento ao qual o vegetal MP foi submetido. Esta perda de textura é esperada, uma vez que a cenoura, sendo um produto vivo, sofre perda de matéria fresca devido aos processos de respiração e transpiração. Os demais interferentes causadores da degradação da textura em produtos MP, citados anteriormente para o brócolis, como o aumento na produção de etileno o qual resulta na estimulação da síntese de enzimas que promovem a perda de firmeza, bem como a ação das proteases e enzimas pectinolíticas dos compostos da parede celular para o interior do produto, também se aplicam a cenoura.

A Tabela 4, apresentada a seguir, reporta os resultados das análises de cor para as amostras de cenoura *in natura* e MP.

Enquanto para alguns grupos de pesquisadores o esbranquiçamento é resultado da desidratação das células superficiais, devido aos danos causados pelo processamento, para outros é devido à formação de lignina na superfície dos cortes. Para um terceiro grupo, o esbranquiçamento é causado pela combinação de dois processos, a desidratação e a formação de lignina. A desidratação se reflete em

²¹ WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; SANTOS, J. E. **Nutrição Básica**. São Paulo: Sarvier, p.99-110, 1989. 286 p.

uma mudança de cor reversível que é tanto mais acentuada quanto maior a perda de água pela cenoura, enquanto a ativação de metabolismo fenólico e a produção de lignina resultam em uma mudança de cor irreversível (LANA, 2000).

Tabela 4 – Resultados da cor da cenoura *in natura* e MP.

ANÁLISE DE COR	IN NATURA	MINIMAMENTE PROCESSADO
L *	55,27 ± 0,57 ^a	53,38 ± 2,07 ^b
a * ¹	26,52 ± 0,62 ^a	22,10 ± 2,36 ^b
b * ²	46,82 ± 0,85 ^a	40,38 ± 1,00 ^b

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* L = valor de luminosidade *¹ a = verde até vermelho *² b = azul até amarelo

A perda da aparência satisfatória em cenouras minimamente processadas é geralmente atribuída a fatores que contribuem para o desenvolvimento de uma superfície “esbranquiçada”. Este fenômeno provavelmente é atribuído à desidratação externa da superfície do corte, e poderá ser acompanhado por síntese de lignina. Ambos podem estar diretamente relacionados com a extensão da superfície exposta ao dano (RESENDE, 2004).

As análises de cor da cenoura (Tabela 4) permitem observar que o vegetal *in natura* possui valor de luminosidade (L), cromaticidade para o verde e para o amarelo superior ao vegetal MP. Como a aparência é atributo essencial para aquisição do produto, o vegetal processado possivelmente sofreu algum processamento para melhor fixação da cor alaranjada. A ação da luz também é um dos fatores que causam a oxidação do caroteno resultando na perda da cor.

O esbranquiçamento durante o processamento mínimo de vegetais é causado pela combinação de dois processos, a desidratação e a formação de lignina. A desidratação se reflete em uma mudança de cor reversível que é tanto mais acentuada quanto maior a perda de água pela cenoura, enquanto a ativação de metabolismo fenólico e a produção de lignina resultam em uma mudança de cor irreversível (LANA, 2000).

5.3 COUVE-FOLHA

Os resultados das análises de caracterização das amostras de couve folha, por meio de parâmetros físico-químicos, estão descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização da couve folha *in natura* e MP.

ANÁLISES COUVE FOLHA	<i>IN NATURA</i>	MINIMAMENTE PROCESSADO	TACO*
UMIDADE (%)	92,67 ± 0,01 ^a	90,61 ± 0,03 ^b	90,9
RESÍDUO MINERAL FIXO (g/100 g)	1,38 ± 0,00 ^a	1,51 ± 0,02 ^b	1,3
PROTEÍNA BRUTA (g/100 g)	2,15 ± 0,00 ^a	2,03 ± 0,01 ^b	2,9
EXTRATO ETÉREO (g/100 g)	0,39 ± 0,00 ^a	0,48 ± 0,00 ^b	0,5
FIBRA BRUTA (g/100 g)	2,89 ± 0,00 ^a	2,91 ± 0,02 ^a	3,1
VITAMINA C (mg/100 g)	0,33 ± 0,00 ^a	0,36 ± 0,02 ^a	-
ACIDEZ EM SOLUÇÃO NORMAL (%)	0,27 ± 0,00 ^a	0,53 ± 0,03 ^b	-
SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX)	5,5 ^a	4,0 ^b	-
pH	6,25 ^a	6,14 ^b	-

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO/NEPA, 2011).

Segundo a Tabela 5, para a couve folha *in natura*, as análises de umidade, resíduo mineral fixo, proteína bruta, extrato etéreo e fibra bruta, encontravam-se em conformidade com os descritos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) (TACO/NEPA, 2011).

Observa-se que na couve folha MP o teor de umidade é inferior ao da couve folha *in natura*, devido ao fato de o vegetal ter sofrido rompimento celular, o que pode ter ocasionado o extravasamento de água da célula. Segundo Silva (1981), o teor de umidade nos alimentos pode ser influenciado por fatores que incluem o cultivar, as condições de armazenamento, a época do ano e a idade da planta.

A acidez da couve folha MP (Tabela 5) foi superior à *in natura*, em decorrência dos mesmos fatores citados anteriormente para o brócolis e para a cenoura.

A partir das análises de vitamina C e fibra bruta na Tabela 5, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os processamentos, concluindo-se desta maneira que o vegetal foi armazenado sob condições favoráveis para que estas características não fossem interferidas durante armazenagem sob refrigeração. A couve, por exemplo, pode perder 1,5% de vitamina C por hora, aproximadamente um terço por dia, se mantidas em condições inadequadas de temperatura e umidade. As temperaturas mais baixas diminuem a intensidade respiratória dos vegetais e a perda de umidade, prolongando assim a vida útil e preservando os nutrientes lábeis (SGARBIERI, 1987).

O teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, foi inferior para a couve folha MP comparada à *in natura*. Esta redução possivelmente ocorreu devido ao extravazamento dos sólidos solúveis em água devido ao corte da couve folha.

Os resultados das análises de clorofila e cor estão apresentados a seguir na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados de clorofila e cor da couve folha *in natura* e MP.

ANÁLISES	IN NATURA	MINIMAMENTE PROCESSADO
ANÁLISE CLOROFILA		
CLOROFILA a (µg/g)	47,07 ^a	44,72 ^b
CLOROFILA b (µg/g)	823,43 ^a	811,80 ^b
CLOROFILA a+b (µg/g)	870,50 ^a	856,52 ^b
ANÁLISE COR		
L *	45,61 ± 0,48 ^a	49,15 ± 0,32 ^b
a * ¹	(-19,29) ± 0,37 ^a	(-17,29) ± 0,96 ^b
b * ²	27,46 ± 0,92 ^a	31,97 ± 2,34 ^b

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste *t-student* ao nível de 5% de significância.

* L = valor de luminosidade

*¹ a = verde até vermelho

*² b = azul até amarelo

Verifica-se que a couve folha possui maior quantidade de clorofila b, a etapa inicial da degradação das clorofilas em tecidos senescentes é iniciada por fatores externos, como o estresse hídrico, luminosidade, alterações térmicas, níveis aumentados de etileno ou a combinação destes fatores. A decomposição das clorofilas em alimentos processados inicia-se com o rompimento de tecido pelas forças externas do processamento. Isto resulta em alterações químicas e enzimáticas, que conduzem a uma redução da concentração de clorofilas que pode ser observada na Tabela 6.

Na análise de cor da couve folha (Tabela 6) o valor de luminosidade e a cromaticidade para o amarelo foi superior no vegetal MP quando comparado ao *in natura*, e a cromaticidade para o verde foi inferior, isto devido à senescência precoce do vegetal, que ocorre se o mesmo não for armazenado adequadamente ou processado e colocado sob atmosfera modificada. Segundo Stöcker *et al.* (2010) também pode ser influenciada por diferenças entre folhas na espessura do mesófilo e conteúdo de água, resultando em maior viabilidade nos valores expressos.

Outros processos metabólicos associados ao processamento mínimo de frutas e hortaliças são o escurecimento proveniente da oxidação de compostos fenólicos e o amarelecimento decorrente da perda de clorofila. Tais fenômenos ocorrem, sobretudo devido à perda da compartimentalização entre substratos e enzimas, ocasionando a liberação de ácidos e enzimas, os quais podem então entrar em contato com seus respectivos substratos.

6 CONCLUSÕES

O interesse por alimentos mais rápidos e práticos fez surgir no mercado os vegetais MP, direcionados principalmente aos consumidores que buscam alternativas de produtos com maior facilidade e praticidade na área alimentícia.

De acordo com os resultados obtidos, com exceção das análises de vitamina C e fibra bruta da couve folha, que não diferiram significativamente para os vegetais *in natura* e MP, para todos os hortícolas investigados e demais análises de parâmetros físico-químicos realizadas, foram encontradas diferenças significativas entre as amostras *in natura* e MP, o que permite concluir que as condições às quais os vegetais são submetidos durante o processamento mínimo, como o corte dos tecidos, com conseqüente aumento na taxa respiratória e na produção de etileno, os quais promovem alterações fisiológicas no produto, o processo de congelamento empregado para a conservação, e eventualmente para alguns vegetais, o próprio processo de branqueamento, são fatores que interferem nos parâmetros físico-químicos avaliados.

É importante ressaltar que, mesmo com essas diferenças entre os vegetais *in natura* e MP estudados, os resultados permitem concluir que os vegetais minimamente processados são, assim como os vegetais *in natura*, alimentos de boa qualidade e que atendem aos padrões exigidos por lei. Porém, mesmo que os produtos minimamente processados tenham obtido considerável participação no mercado e sejam a escolha preferida de uma grande parcela da população que busca alimentos frescos “prontos para o consumo” ou de preparo mais rápido e prático, é de extrema importância que se dê continuidade aos estudos voltados para o aprimoramento do processamento mínimo propriamente dito e que possam resultar na manutenção da qualidade dos produtos MP, e sua maior similaridade com os produtos *in natura*.

REFERÊNCIAS

ABREU, S. P. M. Cultivo de Brócolis. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2008. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br>. Acesso em: 20 de outubro de 2011.

ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. de B.; SOUZA, E. C.; VILAS BOAS, B. M.; PICCOLI, R. H.. Vida útil de produto minimamente processado composto por abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. v. 34, n.1, p. 182-189. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 2010.

AMARANTE, C. V. T.; PUSCHMANN, R.; Relação Entre Horário de Colheita e Senescência em Folhas de Couve. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 5, n. 1, p. 25–29, 1993.

ARBOS K. A., FREITAS R. J. S., STERTZ S. C., CARVALHO L. A. Segurança alimentar de hortaliças orgânicas: aspectos sanitários e nutricionais. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 30 (Supl.1), p. 215–220, 2010.

BARBOSA, B. S.; Processamento de cenoura. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2008. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/acesoRT/13127>. Acesso em: 25 de outubro de 2011.

BAREA, J. L., REINEHR C. O. XXI **Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia (CRICTE)**, 2006. Perda da cor verde do brócolis minimamente processado durante o armazenamento. Disponível em: <http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2006/CRICTE%202006/trabalhos/819365-ega-01-09-84753.pdf>. Acesso em: 27 de outubro de 2011.

CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, E. O.; CAMPOS, R. S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. **Horticultura Brasileira [online]**, v. 23, n. 2, p. 215–220, 2005.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. ampl. Lavras: UFLA, 783 p, 2005.

EMBRAPA E SEBRAE. **CATÁLOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS: SAIBA COMO PLANTAR E APROVEITAR 50 DAS ESPÉCIES MAIS COMERCIALIZADAS NO PAÍS**, 2010. Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/C22F9A4962A6E2E68325771C0065A2E4/\\$File/NT0004404E.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/C22F9A4962A6E2E68325771C0065A2E4/$File/NT0004404E.pdf). Acesso em: 23 de outubro de 2011.

GALAN, M. V.; KISHAN, A. A.; SILVERMAN, A. L. Oral broccoli sprouts for the treatment of *Helicobacter pylori* infection: a preliminary report. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 49, n. 7-8, p. 1088-90, 2004.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3 ed. São Paulo: IMESP, 1985.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; MOREIRA, R. C.; KLUGE, R. A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: **SIMPOSIUM “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Iberoamérica”**. San José, Costa Rica, 2004.

KAKIOMENOU, K; TASSOU, C.; NYCHAS, G. J. Microbiological, physicochemical and organoleptic changes of shredded carrots stored under modified storage. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 31, p. 353–358, 1996.

KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, v 10, n 3, p. 179–193, 1987.

LANA, M. M.; Aspectos da fisiologia de cenoura minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 154-158, 2000.

LICHTENTHALER, H. K.; Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L., Douce, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. London: Academic Press, v.148, p.350-381, 1987.

LIMA, K. S. C.; GROSSI, J. L. S.; LIMA, A. L. S.; ALVES, P. F. M. P.; CONEGLIAN, R. C. C.; GODOY, R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Efeito da irradiação ionizante na qualidade pós-colheita de cenouras (*daucus carota* L.) Cv. Nantes. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202–208, 2001.

LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G.; Armazenamento de Hortaliças. **Embrapa Hortaliças**, 21 ed., 2001, p. 173–174, 2001.

MAIA, G. E. G.; PASQUI, S. C.; LIMA, A. S.; CAMPOS, F. M. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 329–335, 2008.

MORAES, I. V. M. Conservação de hortaliças. Dossiê Técnico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2006. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br>. Acesso em: 17 de outubro de 2011.

MORETTI, C. L. Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Brasília. **Embrapa Hortaliças**, 2007. 531 p.

NASCIMENTO, P. C.; Processamento mínimo de brócolis. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br>. Acesso em: 28 de outubro de 2011.

NEVES, I. P.; Cultivo de cenoura. Dossiê Técnico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2007. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br>. Acesso em: 18 de outubro de 2011.

OETTERER, M.; ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri – São Paulo: Manole, 2006. pág. 612.

PADULA, M. L.; **Influência de diferentes tipos de embalagens em brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) orgânicos minimamente processados**. 2006. 64 p. Monografia – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PALUDO, Graziela; REINEHR, Christian O. Influência das condições de armazenamento sobre o teor de clorofila do brócolis (*Brassica oleracea*). In: Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia (CRICTE), XXI, 2006, Passo Fundo, RS. **Anais eletrônicos...** Passo Fundo: CRICTE, 2006. Disponível em: <http://200.169.53.89/download/cd%20congressos/2006/CRICTE%202006/trabalhos/932432-ega-30-08-40100.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2012.

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

RESENDE, J. M.; COELHO, A. F. S.; CASTRO, E. C.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; NASCIMENTO, T.; BENEDETTI, B. C. Modificações sensoriais em cenoura minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 147–150, 2004.

ROCHA, L. G.; Couve minimamente processada. - **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2010. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/acessoRT/17107>. Acesso em: 26 de outubro de 2011.

ROCHA, O. M.; GUSMAO, M. T. A.; GUSMAO, S. A. L.; BORGES, L. S.; NUNES, K. N. **Conservação de Couve Manteiga em Diferentes Embalagens e Temperatura**, 2005. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0573.pdf. Acesso em: 28 de outubro de 2011

SANCHES, J.; CIA P.; ANTONIALI, S.; TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V. Qualidade de brócolis minimamente processados provenientes de cultivo orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**. v. 27, n. 2 (Suplemento – CD Rom), p. 1830–1837, 2009.

SANTOS, T. B. A.; JUNQUEIRA, N. S. V. C. A.; PEREIRA, J. L. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas, **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 141–146, 2010.

SASAKI, F. F., DEL AGUILA, J. S., GALLO, C. R., ORTEGA, E. M. M., JACOMINO, A. P., KLUGE, R. A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 170–174, 2006.

SEABRA, G. F. S.; DELIZA, R.; CENCI, S. A.; GOMES, C. A. O.; GONÇALVES, E. B. Efeito da Temperatura e de Diferentes Atmosferas nas Características Sensoriais do Brócolis Minimamente Processado. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 4, p. 137–145, 2001.

SIGRIST, José Maria Monteiro. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve flor e rúcula minimamente processadas**, 2003. p.112. Tese Doutorado – USP, Piracicaba, 2003.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e Nutrição**. Campinas. ed Unicamp, 1987. pág. 387

SILVA, D. F. P.; BARBOSA, R. L.; ROCHA, A.; MIZOBUTSI, G. P. Determinação do tempo de centrifugação de repolho minimamente processado em dois tipos de centrífugas. **Unimontes Científicos**. v. 11, n. 1/2, Montes Claros. 2009.

SILVA, J. B. C.; VIEIRA, J. V.; LANA, M. M.; LIMA, D. B. **Processamento de minicenouras. O Processo: aspectos gerais**. Embrapa

Hortaliças, 2000. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/cenourete/O_processo.htm. Acesso em: 23 de outubro de 2011.

SILVA, J. D. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1981. 166p.

STÖCKER, Cristiane Mariliz; AZEVEDO, Miriane Lucas; SILVA, Jorge Adolfo. Degradação de clorofilas em folhas de couve (*brassica oleracea*) armazenadas em temperatura ambiente. In: Congresso de Iniciação Científica, XIX., MOSTRA CIENTÍFICA, II., 2010, Pelotas. **Anais eletrônicos...** Pelotas: CIC, 2010. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_00607.pdf. Acesso em: 17 jun. 2012.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P. Revisão Bibliográfica – As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748–755, 2005.

TACO/NEPA – **Tabela brasileira de composição de alimentos / Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA – UNICAMP** – 4. ed. rev. e ampl. - - Campinas: NEPA – UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em:<http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 28 outubro 2011.

VANETTI, M. C. D. **Aspectos microbiológicos de produtos minimamente processados**. Embrapa Hortaliças, 2005.

VERZELETTI, A.; FONTANA, R. C.; SANDRI, I. G. Avaliação da vida de prateleira de cenouras minimamente processadas.. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 87–92, 2010.

VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C.; CHARCHAR, J. M.; RESENDE, F. V.; FONSECA, M. E. N.; CARVALHO, A. M.; MACHADO, C. M. M. Esplanada: cultivar de cenoura de verão para fins de processamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 851–852, 2005.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R.; **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1982. 101p.

ANEXO A - Brócolis *in natura* e minimamente processado utilizado para análise.

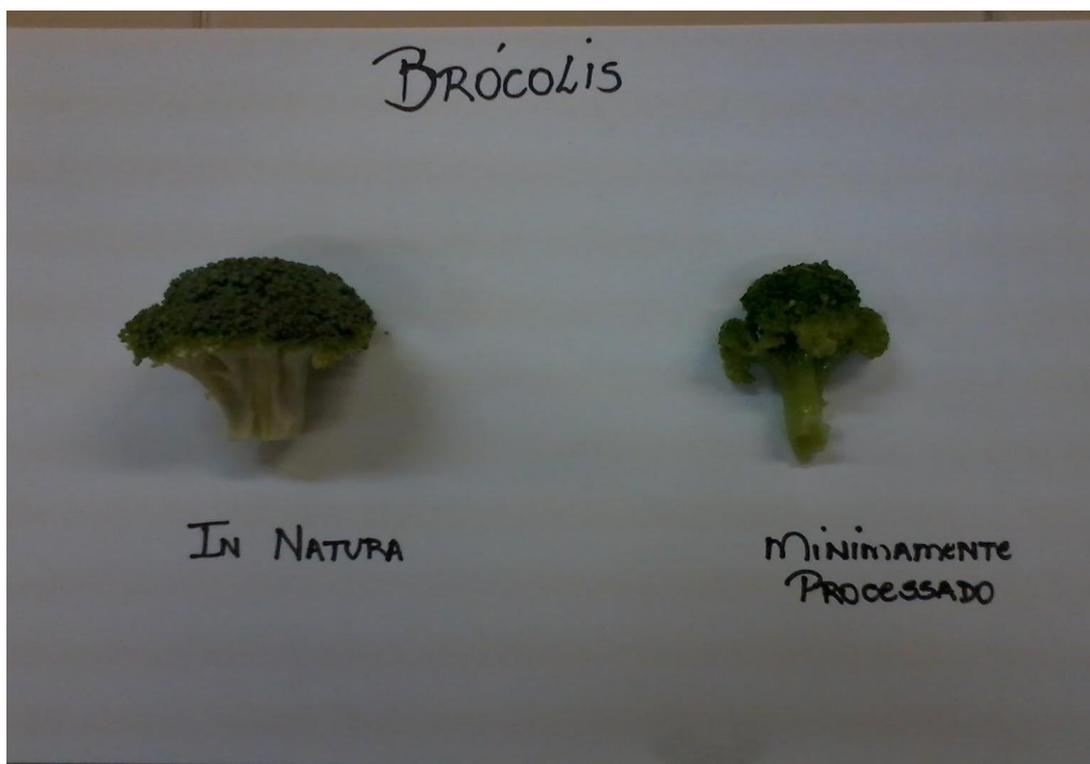


Figura 1: Brócolis *in natura* e MP

Fonte: Própria (2011).

ANEXO B - Cenoura *in natura* e minimamente processada utilizada para análise.

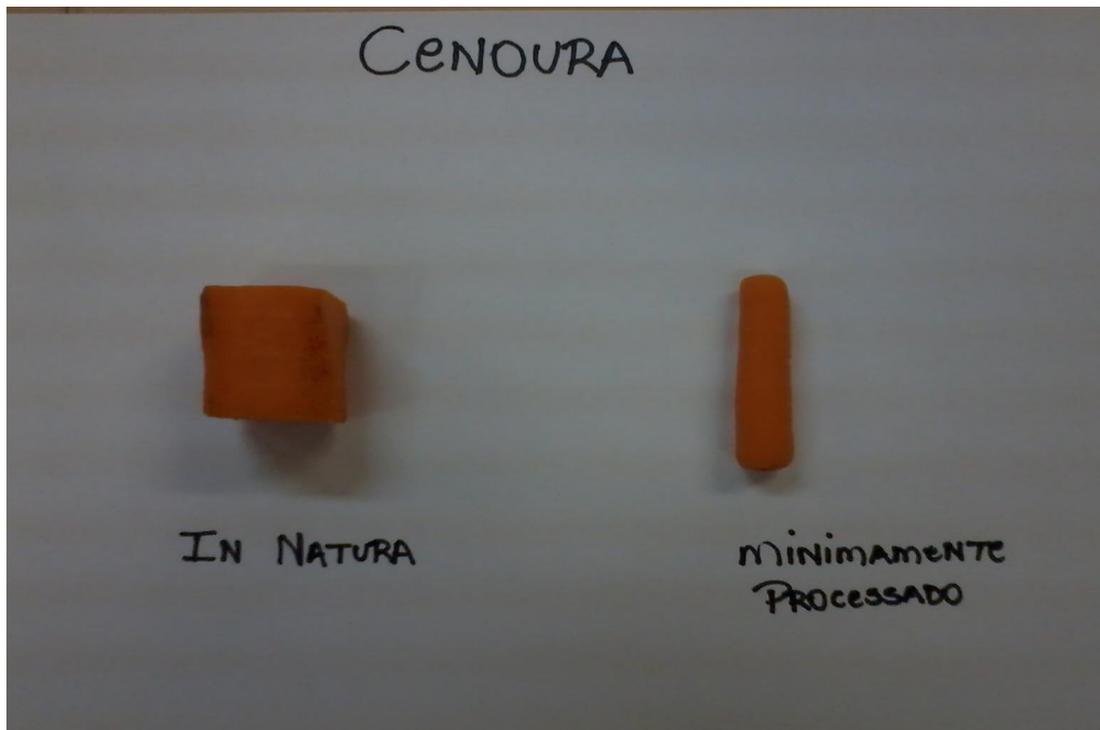


Figura 2: Cenoura *in natura* e MP
Fonte: Própria (2011).

ANEXO C - Couve folha *in natura* e minimamente processada utilizada para análise.



Figura 3: Couve folha *in natura* e MP

Fonte: Própria (2011).