

CLÁUDIA MÁRCIA ANTUNES RODRIGUES

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE PERDAS DE VITAMINA C
EM HORTALIÇAS PREPARADAS EM RESTAURANTE
COMERCIAL E INSTITUCIONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R696a
2005

Rodrigues, Cláudia Márcia Antunes, 1974-
Avaliação e controle de perdas de vitamina C em
hortaliças preparadas em restaurante comercial e
institucional / Cláudia Márcia Antunes Rodrigues. –
Viçosa : UFV, 2005.
xv, 102f. : il. ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 82-89.

1. Alimentos - Teor vitamínico. 2. Vitamina C - Análise.
3. Hortaliças. 4. Alimentos - Qualidade. 5. Cromatografia
a líquido de alta eficiência. 6. Vitamina C na nutrição
humana. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 641.3

CLÁUDIA MÁRCIA ANTUNES RODRIGUES

**AVALIAÇÃO E CONTROLE DE PERDAS DE VITAMINA C
EM HORTALIÇAS PREPARADAS EM RESTAURANTE
COMERCIAL E INSTITUCIONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada: 28 de fevereiro de 2005.

Prof. José Benício Paes Chaves
(Conselheiro)

Prof^a. Raquel Monteiro C. de Azeredo
(Conselheira)

Prof^a. Sylvania do Carmo Franceschini

Prof^a. Ângela Maria Campos Santana

Prof^a. Helena Maria Pinheiro Sant'Ana
(Orientadora)

Aos meus pais, Daniel e Marly, pelo exemplo de vida e força, por todo amor,
incentivo e orientação.

As minhas irmãs, Rosânia, Meire e Rita, e ao meu cunhado José Agostinho,
por todo apoio, carinho e incentivo.

Ao meu namorado Adriano pelo incentivo, amor e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, fonte de toda minha força e luz.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Nutrição e Saúde, pela oportunidade de realização desse curso.

Agradeço especialmente à Prof^a Helena Maria Pinheiro Sant'Ana, pela orientação, paciência, incentivo, exemplo de profissionalismo e amizade. Agradeço a inestimável força nos momentos difíceis.

Agradeço à Prof^a. Raquel Monteiro Cordeiro de Azeredo, que sempre me recebeu com tanto carinho, pelas valiosas sugestões e correção da tese.

Ao Prof. José Benício Paes Chaves, agradeço a gentileza e a prontidão com que me ajudou sempre que necessário.

A Prof^a Sylvia do Carmo Franceschini pela atenção e contribuição na análise dos resultados.

Agradeço ao Prof. Sebastião César Cardoso Brandão pela prontidão em me ajudar com os métodos e o cromatógrafo.

Aos demais membros da banca, Prof^{as}. Ângela Maria Campos Santana e Conceição Angelina dos Santos Pereira.

A todos os professores e funcionários do DNS, que direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho, especialmente à Terê, por todo carinho.

A Solange Brandão, pelo apoio e por toda a eficiência, que contribuíram muito para alcançar esta etapa.

Aos meus sobrinhos, Marcel, Marcella e Gustavo pelo carinho e momentos de descontração.

A minha grande amiga, Juliana Couto, por estar presente em todos os momentos da minha vida.

À família Vidigal, pelo carinho e apoio. Em especial, ao Cláudio pela edição das fotos.

Agradeço a Nerilda, pela amizade, confiança e apoio nas “fugidas” do trabalho para assistir as aulas.

Agradeço a Michele Guinazi pela amizade, paciência e prontidão em me passar os conhecimentos sobre HPLC, sem os quais esse trabalho não teria sentido.

A Flávia e Alessandra, que tanto me ajudaram na coleta de dados e no laboratório. Serei sempre grata pela inestimável ajuda que me permitiu concluir este trabalho.

A Marina Maria, pela grande ajuda no laboratório, na solução de problemas e pelo companheirismo e amizade. Faltam palavras para agradecer todo apoio.

A Michele Neto, pela amizade e companheirismo durante o mestrado. Agradeço pela força e incentivo durante as análises no laboratório.

A todos os colegas do mestrado, pelos momentos de descontração e colaboração. Em especial, a Flavia Milagres, que nos últimos dias de análise no laboratório contribuiu muito para o término deste trabalho.

Às amigas de graduação, Regiane Sales, Glice Gusmão e Juliana Magna, pela amizade e força que sempre me deram.

Agradeço especialmente às nutricionistas do restaurante institucional, Renata e Fátima, que deram todo apoio para realização deste trabalho.

Aos funcionários do restaurante institucional, que contribuíram nas etapas de coleta de dados. Agradeço, especialmente, ao Neco e Agostinho, que tanto se empenharam na realização das tarefas, e ao Chicão, pelos cafezinhos e todo carinho.

Aos proprietários e funcionários do restaurante comercial, pela participação no estudo e pela prontidão em colaborar com a coleta de dados.

A todos que direta ou indiretamente participaram deste estudo.

A CAPES pela concessão da bolsa.

BIOGRAFIA

Cláudia Márcia Antunes Rodrigues, filha de Daniel Saraiva Rodrigues e Marly Antunes Rodrigues, nasceu em 22 de abril de 1974, em Viçosa, Minas Gerais.

Ingressou no curso de Nutrição da Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em janeiro de 2000.

Em março de 2003, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, nível mestrado, na Universidade Federal de Viçosa.

CONTEÚDO

LISTA DE QUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1. Caracterização e Importância dos Estabelecimentos de Alimentação Coletiva no Brasil.....	5
3.2. Vitaminas nos Alimentos.....	8
3.2.1. Características Gerais.....	8
3.2.2. A Vitamina C.....	9
3.2.2.1. Aspectos Gerais.....	9
3.2.2.2. Estrutura Química da Vitamina C.....	10
3.2.2.3. Propriedades Físico-químicas da Vitamina C.....	11
3.2.2.4. Estabilidade da Vitamina C.....	12
3.2.2.5. Funções da Vitamina C.....	18
3.2.2.5.1. Funções Antioxidantes.....	18
3.2.2.5.2. Outras Funções.....	20
3.2.2.6. Recomendações Nutricionais de Vitamina C.....	20
3.3. Metodologia para Determinação de Vitamina C em Alimentos.....	24
3.4. Segurança dos Alimentos e Controle da Qualidade das Preparações em UAN.....	26
3.5. Construção de Conceitos Relacionados à Pesquisa.....	33
3.5.1. Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN).....	33
3.5.2. Qualidade Nutricional (QN).....	33
3.5.3. Segurança Alimentar.....	33
3.5.4. Perigo Nutricional (PN).....	34
3.5.5. Risco Nutricional (RN).....	34
3.5.6. Ponto de Controle Nutricional (PCN).....	34
3.5.7. Medida de Controle Nutricional (MCN).....	34
3.5.8. Critério de Controle Nutricional (CCN).....	34

3.5.9. Análise de Perigos Nutricionais (APN).....	34
3.5.10. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE).....	34
4. METODOLOGIA.....	36
4.1. Matéria-prima.....	36
4.2. Reagentes e Outros Materiais.....	36
4.3. Equipamentos.....	36
4.4. Seleção dos Restaurantes.....	37
4.5. Medidas de Controle de Perdas de Vitamina C nas Hortaliças.....	37
4.6. Condições de Preparação e Coleta das Amostras.....	39
4.7. Análise da Vitamina C nas Hortaliças por CLAE.....	40
4.7.1. Extração da Vitamina.....	40
4.7.2. Determinação das Condições Cromatográficas	41
4.7.3. Preparo do Padrão Vitamínico e da Curva Padrão.....	42
4.7.4. Determinações dos Sólidos Totais.....	42
4.7.5. Determinação da Faixa de Linearidade.....	43
4.7.6. Análise da Recuperação do Padrão Vitamínico.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1. Caracterização dos Restaurantes Selecionados.....	45
5.2. Controle de Perdas de Vitamina C nas Hortaliças.....	46
5.2.1. Descrição dos Procedimentos Operacionais.....	46
5.2.2. Identificação das Etapas Relacionadas a Perdas de Vitamina C e dos Pontos de Controle, Definição de Critérios, Medidas de Controle Nutricional e de Monitoramento.....	48
5.3. Análise Qualitativa da Vitamina C.....	60
5.4. Análise Quantitativa da Vitamina C.....	67
5.4.1. Curva Padrão para Determinação de Vitamina C.....	67
5.4.2. Faixa de Linearidade	67
5.4.3. Recuperação do Padrão do Padrão Adicionado às Amostras.....	68
5.4.4. Determinação do Ácido Ascórbico nas Amostras.....	69
5.4.4.1. Amostras Coletadas na UAN Institucional.....	69
5.4.4.2. Amostras Coletadas na UAN Comercial.....	73
5.5. Avaliação da Adequação Dietética de Vitamina C nas Hortaliças.....	76
5.6. Medidas Propostas para Controlar Perdas de Vitaminas em	

Hortalças Preparadas em Restaurantes.....	78
6. CONCLUSÕES	80
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

LISTA DE QUADROS

	Página
3.1. Recomendações nutricionais de vitamina C para indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias.....	24
5.1. Principais informações sobre os restaurantes colaboradores.....	45
5.2. Condições de transporte, recepção e armazenamento de hortaliças nos restaurantes comercial e institucional.....	46
5.3. Condições de higienização, preparo e distribuição de hortaliças nos restaurantes comercial e institucional.....	47
5.4. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de alface, chicória e couve no restaurante institucional.....	49
5.5. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura crua ralada no restaurante institucional.....	50
5.6. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura cozida no restaurante institucional.....	51
5.7. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de couve-flor cozida no restaurante institucional.....	52
5.8. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de repolho no restaurante institucional.....	53
5.9. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de tomate no restaurante institucional.....	53
5.10. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de alface, chicória e couve no restaurante comercial.....	54
5.11. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura cura ralada no restaurante comercial.....	55

5.12. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura cozida no restaurante comercial.....	56
5.13. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de couve-flor cozida no restaurante comercial.....	57
5.14. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de repolho no restaurante comercial.....	58
5.15. Descrição de perigos associados a perdas de vitamina C, PCC, medidas de controle, critérios e monitoramento nas etapas de preparo de tomate no restaurante comercial.....	58
5.16. Recuperação do padrão de ácido ascórbico (AA) adicionado nas amostras de hortaliças.....	68
5.17. Teores de ácido ascórbico em hortaliças <i>in natura</i> e após o preparo em UAN institucional, antes da simulação das medidas de controle.....	69
5.18. Teores de ácido ascórbico em hortaliças <i>in natura</i> e após o preparo em UAN institucional, após a simulação das medidas de controle.....	71
5.19. Teores de ácido ascórbico em hortaliças <i>in natura</i> e após o preparo em UAN comercial, antes da simulação das medidas de controle.....	73
5.20. Teores de ácido ascórbico em hortaliças <i>in natura</i> e após o preparo em UAN comercial, após a simulação das medidas de controle.....	74

LISTA DE FIGURAS

	Página
3.1. Espectro de absorção do ácido ascórbico.....	11
5.1. Análise por CLAE do padrão do ácido ascórbico.....	60
5.2. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de alface.....	61
5.3. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de cenoura crua ralada.....	61
5.4. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de chicória.....	62
5.5. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de repolho.....	62
5.6. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve.....	63
5.7. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de tomate.....	63
....	
5.8. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve-flor crua.....	64
5.9. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve-flor cozida.....	64
5.10. Perfil espectral do pico de ácido ascórbico.....	66
5.11. Sobreposição dos espectros de absorção do padrão de ácido ascórbico e amostra de couve crua analisados pelo detector de arranjos de diodos.....	66
5.12. Curva padrão de ácido ascórbico.....	67
5.13. Retenção do ácido ascórbico em hortaliças preparadas em UAN institucional, antes e após a simulação das medidas de controle.....	72
5.14. Retenção do ácido ascórbico em hortaliças preparadas em UAN comercial, antes e após a simulação das medidas de controle.....	75
5.15. Adequação à ingestão dietética de referência para vitamina C a partir do consumo diário de hortaliças.....	77

RESUMO

RODRIGUES, Cláudia Márcia Antunes. M.S. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005. **Avaliação e Controle de Perdas de Vitamina C em Hortaliças Preparadas em Restaurante Comercial e Institucional.** Orientadora: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Conselheiros: Raquel Monteiro Cordeiro de Azeredo e José Benício Paes Chaves.

Este trabalho teve como objetivo elaborar um conjunto de medidas que possa contribuir para melhorar a qualidade nutricional de refeições em restaurantes, com foco na minimização de perdas de vitamina C em hortaliças e, dessa forma, contribuir para a garantia de qualidade voltada a diferentes Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN). As hortaliças utilizadas foram: alface, cenoura crua ralada, cenoura cozida, chicória, couve, couve-flor cozida, repolho e tomate. A primeira etapa do estudo consistiu na observação da rotina de preparação das hortaliças em restaurante comercial e institucional. As hortaliças foram então coletadas aleatoriamente para análise da vitamina C (na forma de ácido ascórbico) após recepção e durante a distribuição para consumo nos dois restaurantes, após preparação de maneira rotineira. A vitamina C foi analisada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), utilizando detector UV-Visível de arranjos de diodos.. Procedeu-se, em seguida, a identificação dos pontos de controle nutricional (PCN) para perda de vitamina C. A cada PCN foi associada uma medida de controle nutricional (MCN), bem como os critérios de monitoramento. As medidas adotadas foram: controle de tempo e temperatura de estocagem e cocção; controle do tempo de sanitização; redução do volume da água de cocção; redução do tempo de preparo das hortaliças; estocagem fria das hortaliças preparadas. Após adoção das medidas de controle propostas, as hortaliças foram novamente coletadas para análise do ácido ascórbico. Os resultados mostraram que as MCN foram eficientes na redução das perdas da vitamina C, uma vez que na maioria das hortaliças houve uma maior retenção da vitamina C após a adoção das mesmas. Concluiu-se que a adaptação de princípios do sistema APPCC pode ser um instrumento auxiliar para melhorar a qualidade

nutricional de hortaliças, especialmente em restaurantes. Este estudo pode ser considerado como um ponto de partida para futuras pesquisas que relacionam os princípios do sistema APPCC ao controle da qualidade nutricional de alimentos preparados em UAN. Os resultados obtidos para o conteúdo de vitamina C contribuem para a caracterização nutricional de hortaliças preparadas em restaurantes, pois trabalhos nesta área são escassos no Brasil e em outros países.

ABSTRACT

RODRIGUES, Cláudia Márcia Antunes. M.S. Universidade Federal de Viçosa, february, 2005. **Evaluation and Control of Vitamin C Loss in Vegetables Prepared in Comercial and Institutional Restaurant.** Adviser: Helena Maria Pinheiro Sant'Ana. Committee members: Raquel Monteiro Cordeiro de Azeredo and José Benício Paes Chaves.

This work aimed to create a group of measurements that contribute to improve the nutritional quality in restaurant meals, focusing on minimizing of vitamin C loss in vegetables and, in this manner, contribute to the guaranty of quality in different Nutrition and Feeding Unities (NFU). The used vegetables was: lettuce, raw hashed carrot , cooked carrot, chicory, kale, cauliflower, cabbage and tomato. The first stage of the study consisted in the observation of preparing routines of vegetables in comercial and institutional restaurant. The vegetables was collected randomly to vitamin C analysis (in Ascorbic Acid form) after the reception and during the distribution to consumption in two restaurants, after the normal preparing. The vitamin C was analyzed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC), using detector visible-UV diode array. Following this, was proceeded the identification of Nutritional Control Points (NCP), for vitamin C loss. To each NCP was allied a nutritional control measurement (NCM), as the monitoring criteria. The adopted measurements was: control of cooking time and temperature; control of sanitization time; reduction of the water cooking volume; reduction of vegetables time preparing; cold storage of prepared vegetables. After the control measurements proposed was tested, the vegetables was once again collected to ascorbic acid analysis. According to tests, the NMC showed efficiency in reduction of Vitamin C loss, once in the greater number of vegetables occurred a bigger retention of Vitamin C after adoption of NCM. In conclusion, the adaptation of HACCP system's principles can be an auxiliar tool to improve the nutritional quality of vegetables, in special way in restaurants. This study can be a starting point to future research that connects the HACCP system's principles to nutritional quality control of food prepared in NFU. The obtained results to vitamin C contents contributes to nutritional characterization of vegetables prepared in restaurants, because works about this topic are scarce in Brazil and in other countries.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças da vida moderna têm determinado o aumento da demanda por serviços de alimentação coletiva, em restaurantes institucionais e comerciais, especialmente dos que se utilizam de sistemas de ampla aceitação popular, como os *fast-food* ou os restaurantes do tipo *self-service*. A prática de se fazer refeições nesses estabelecimentos tem-se tornado comum por vários motivos, dentre os quais podem-se destacar a maior inserção da mulher no mercado de trabalho, a distância entre o local de trabalho e o domicílio e a falta de tempo imposta por um cotidiano mais agitado.

No Brasil, o setor de alimentação coletiva apresenta-se em grande expansão. Estima-se que um quarto das refeições realizadas pela população seja consumida fora do lar. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), o consumo interno foi responsável por um faturamento anual de cerca de 65 bilhões de dólares nos últimos anos da década de 90, sendo 51 bilhões no varejo alimentício e 14 bilhões nas refeições fora do lar (quase 20% do total), fornecidas em estabelecimentos comerciais (restaurantes, *fast-foods*, lanchonetes e outros) e serviços de alimentação coletiva (empresas públicas e privadas, hospitais, catering de passageiros, e outros) (NUTRIÇÃO BRASIL, 2002).

O segmento de refeições coletivas, além do papel que representa na economia, responde por importante parcela de responsabilidade na saúde pública, em razão de poder afetar a saúde e o bem estar das pessoas por meio do alimento produzido. O maior enfoque relativo à segurança do alimento tem sido colocado em sua qualidade higiênico-sanitária, sendo subestimados os perigos relacionados a perdas nutricionais dos alimentos servidos em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN).

Um dos fatores mais importantes na determinação da qualidade nutricional dos alimentos refere-se ao seu conteúdo em vitaminas. Uma vez que o organismo humano não é capaz de sintetizar vitaminas em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades diárias, a dieta deve fornecê-las.

Perdas de vitaminas podem ocorrer desde a fase pós-colheita até a distribuição para os consumidores. Podem ser provocadas por mudanças químicas, que resultam em compostos de menor atividade, por ligações irreversíveis a outros compostos presentes nos alimentos, ou por degradação para produtos inativos. Oxigênio, luz e complexação com metais, freqüentemente, desempenham um papel importante nessas perdas (RYLEY e KAJDA, 1994).

Os vegetais possuem características de composição que contribuem para a difusão de sua inclusão na dieta: baixo valor calórico, elevado conteúdo de fibras e níveis significantes de micronutrientes, dentre eles a vitamina C. Entretanto, a vida de prateleira das hortaliças é reduzida e esses alimentos são freqüentemente expostos a condições que degradam sua qualidade, especialmente em termos de vitaminas (GIANNAKOUROU e TAOUKIS, 2003; PRODANOV et al., 2003). O conhecimento dos principais fatores que afetam a estabilidade das vitaminas torna possível prevenir ou reduzir suas perdas durante a preparação dos alimentos.

A vitamina C é um dos componentes mais sensíveis dos alimentos e, por isso, freqüentemente usada como indicador da severidade do processamento dos alimentos: uma vez que esta vitamina esteja bem retida nos alimentos, a porcentagem de retenção de todas as outras há de ser tão ou mais alta (ÖZKAN et al., 2004).

O sistema APPCC tem sido amplamente utilizado para o controle higiênico-sanitário dos alimentos, tendo a prevenção de perigos como base. A adoção do sistema tem se comprovado efetiva e racional para garantir a inocuidade dos alimentos. Entretanto, ainda que sua utilização não se aplique à segurança nutricional, o sistema apresenta grande potencial para orientar a redução de perdas de nutrientes em alimentos produzidos para coletividades e assegurar, além da qualidade microbiológica, a qualidade nutricional das refeições.

É de se esperar que a adoção de medidas de controle, consoantes com os princípios do sistema APPCC, possa auxiliar na redução das perdas de vitamina C em alimentos preparados nas UAN, o que resultaria em menores perdas, também, de outros nutrientes.

O presente estudo é oportuno, especialmente quando, no Brasil, o crescente mercado de alimentação coletiva desperta a atenção e o interesse dos profissionais da área, justificando investimentos em setores específicos, profissionais especializados e desenvolvimento de processos de produção de refeições que sejam mais seguros – tanto sob o ponto de vista sanitário quanto nutricional.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Desenvolver, um conjunto de medidas que contribua para melhorar a qualidade nutricional de refeições em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), com foco na minimização de perdas de vitamina C em hortaliças. Dessa forma, contribuir para a garantia de qualidade voltada a diferentes UAN.

2.2. Específicos

- Observar, *in loco*, a rotina dos processos de recepção, estocagem, preparo e distribuição de hortaliças em UAN (restaurante institucional e comercial);
- Analisar os perigos e identificar pontos de controle nutricional em relação a perdas de vitamina C nas etapas de recepção, estocagem, preparo e distribuição de refeições para os consumidores;
- Propor medidas de controle nutricional para minimizar as perdas de vitamina C em hortaliças utilizadas nos restaurantes citados;
- Analisar e avaliar o conteúdo de vitamina C em hortaliças preparadas em um restaurante comercial e um institucional, antes e após a adoção das medidas de controle propostas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. CARACTERIZAÇÃO E IMPORTÂNCIA DOS ESTABELECIMENTOS DE ALIMENTAÇÃO COLETIVA NO BRASIL

O setor de alimentação envolve diferentes tipos de estabelecimentos: restaurantes comerciais, restaurantes de hotéis, *coffee shops*, *buffets*, lanchonetes, restaurantes institucionais, *fast foods*, *catering* e serviços de nutrição e dietética em hospitais (adaptado de PERETTI et al., 2004).

Segundo Yamamoto (2004), estimativas da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) apontam que nos centros urbanos 30% das refeições são realizadas fora do lar e as tendências indicam que o segmento ainda deve crescer muito e em pouco tempo. Cavalli e Salay (2004) relatam que, segundo a Abia (1999), no Brasil, durante o período de 1990 a 1997, ocorreu um crescimento significativo no número de restaurantes (cerca de 42,3%).

O mercado de alimentação coletiva no Brasil fornece cerca de 15 bilhões de refeições anualmente e, segundo dados da ABIA, movimentou no ano de 2002, cerca de R\$62,2 bilhões (PERETTI et al., 2004). Apenas no fornecimento de alimentação em empresas, por meio da terceirização dos serviços, computou-se 4 milhões de refeições/dia e faturamento anual de R\$3,2 bilhões/ano (NUTRIÇÃO BRASIL, 2002).

O otimismo em relação ao desempenho do mercado interno levou a ABIA a projetar um crescimento em torno de 5%, para 2005, em relação a 2004. Os resultados do setor, relativos a 2004, ainda não foram processados (ABIA, 2005).

Por alimentação coletiva entende-se a produção de refeições em grande escala para populações específicas. No Brasil, esse mercado compreende seis macros segmentos: alimentação em empresas (indústria, comércio e serviço); alimentação em serviços de saúde ou refeições dietoterápicas (hospitais, clubes esportivos e spas); *catering* de bordo (refeições servidas em aviões, navios, trens, plataformas marítimas, outros); alimentação em instituições de educação ou merenda escolar (creches, escolas de primeiro grau até universidades); alimentação das Forças

Armadas (exército, marinha, aeronáutica e polícias militares) e alimentação comercial (restaurantes, bares, fast-foods, hotéis, buffets, resorts) (NUTRIÇÃO BRASIL, 2002).

O segmento que distribui o maior número de refeições é o *fast food* (46%), seguido do *self-service* por peso (29%) e churrascarias (25%) (CAVALLI e SALAY, 2004).

Nos centros comerciais, nas chamadas “praças de alimentação”, agrupam-se restaurantes cujas instalações são minúsculas e muitas vezes inadequadas às boas práticas. As redes de *fast food*, preocupadas com a padronização do atendimento e do produto, proporcionam atividades de treinamento para seus funcionários, além de serem submetidas a auditorias periódicas (PERETTI et al., 2004).

No caso dos restaurantes *self-service* por peso, o consumidor tem acesso a uma refeição variada e, frequentemente, de baixo custo, podendo escolher os componentes de seu prato de acordo com o gosto pessoal. Porém, em vários restaurantes, as preparações ficam expostas nos bufês por um longo período e, na maioria das vezes, sob temperatura inadequada, principalmente alimentos que devem ser mantidos em temperatura de refrigeração (até 10°C), como as saladas, colocando em dúvida a qualidade sanitária da refeição servida (STORCK e DIAS, 2003).

Os estabelecimentos de alimentação coletiva podem ter gestão própria ou serem concedidos a terceiros. A primeira alternativa é aquela que se chama comumente de “autogestão”. Nesse sistema, a própria empresa encarrega-se de providenciar instalações e equipamentos, contratar e treinar equipe especializada, adquirir matéria prima e gerir todo o processo. Quando todos os trâmites acima descritos são considerados pela empresa como encargos muito pesados e distantes de sua atividade fim, entra a segunda alternativa. Essa consiste na contratação de empresas no ramo de administração de serviços de alimentação, denominadas “concessionárias” (PROENÇA, 2000).

Geralmente, nos restaurantes institucionais e no *catering* aéreo, é mais elevado o grau de profissionalismo na produção de alimentos, observando-se o planejamento prévio das instalações e a existência de um responsável técnico pela produção das refeições, pela higiene do

estabelecimento, pelo treinamento dos funcionários e pela padronização dos procedimentos (PERETTI et al., 2004).

O setor de alimentação coletiva caracteriza-se por apresentar grande importância em nível mundial, na medida em que responde às necessidades ligadas tanto à saúde das pessoas, como às características inerentes à evolução da sociedade. No caso de países como o Brasil, com situações nutricionais bastantes díspares, este caráter é ampliado pela necessidade de consideração das questões sociais e econômicas envolvidas. Apesar disto, o setor manteve-se durante muito tempo à margem das evoluções tecnológicas, tanto em nível de equipamentos e instalações como em nível de organização e gestão de processo (PROENÇA, 2000).

Segundo a mesma autora, as razões para este relativo atraso tecnológico podem ser relacionadas, em nível geral, com o fato de que o setor de serviços caracteriza-se por tradicionalmente buscar as inovações já desenvolvidas pelo setor de produção de bens. Quanto às questões específicas da alimentação coletiva considera-se que, aos aspectos ligados à tradição na confecção de refeições, observados tanto em países da Europa Ocidental como no Brasil, soma-se uma noção bastante difundida de que uma unidade de produção de refeições coletivas é somente uma cozinha doméstica maior e que, portanto, não requer procedimentos especiais para o seu funcionamento. Neste sentido, a introdução de inovações tecnológicas no setor pode revestir-se de um caráter de verdadeira revolução, ao invés de conotação de modernização, presente em outros setores produtivos, pois, no Brasil a questão da introdução de inovações tecnológicas para a produção de alimentação coletiva encontra-se em fase final. Ainda não ocorre a produção através do processo de cadeia fria, mas a utilização de produtos pré-elaborados, oriundos das indústrias agroalimentares, começa a ser gradativamente viabilizada.

3.2. VITAMINAS NOS ALIMENTOS

3.2.1. Características Gerais

As vitaminas compreendem um grupo diverso de compostos orgânicos necessários aos animais em pequenas quantidades para assegurar o crescimento normal e a manutenção da saúde (BALL, 1998). Ocorrem em baixas concentrações nos alimentos, desempenhando funções vitais e específicas nas células e nos tecidos do organismo (MINDELL, 1996). Não podem ser sintetizadas pelas células dos tecidos humanos a partir de simples metabólitos em quantidades suficientes para satisfazer as necessidades diárias, devendo ser adquiridas através da dieta. As plantas têm capacidade de sintetizar as vitaminas e são as principais fontes da dieta (BALL, 1998).

As vitaminas possuem composição química e funções biológicas distintas, sendo necessárias para a síntese de cofatores essenciais e para diversas e variadas reações metabólicas controladas por enzimas e coenzimas, algumas das quais possuem uma vitamina como grupo ativo e um componente prostético como veículo. São agentes essenciais ativos para manutenção das funções biológicas, podendo ocorrer na natureza como tal ou sob forma de precursores, as provitaminas (MINDELL, 1996).

Muitas reações enzimáticas envolvidas no catabolismo dos alimentos dependem da presença de vitaminas específicas e, desta forma, sua deficiência pode levar a desordens metabólicas, algumas vezes com conseqüências fatais (BALL, 1998). As vitaminas diferem entre si na função fisiológica, na estrutura química e na distribuição nos alimentos.

As vitaminas podem ser classificadas em dois grupos, de acordo com a sua solubilidade, o que determina, em certo grau, a sua estabilidade, presença em alimentos, distribuição nos fluidos orgânicos e sua capacidade de armazenamento nos tecidos (BALL, 1998). As vitaminas do complexo B e a vitamina C são hidrossolúveis e as vitaminas A, D, E e K são lipossolúveis.

As vitaminas hidrossolúveis não são armazenadas no organismo humano em quantidades apreciáveis, sendo normalmente eliminadas pela urina. Daí a importância de ingerir diariamente alimentos fontes dessas vitaminas.

3.2.2. A Vitamina C

3.2.2.1. Aspectos Gerais

A vitamina C, mais conhecida como ácido ascórbico, foi descoberta devido aos estudos realizados para detectar a substância, existente nas frutas e verduras, que impedia a proliferação do escorbuto entre marinheiros em longas viagens. Esses marinheiros alimentavam-se de charque bovino ou de porco, com pão e rum, não havendo na dieta frutas e hortaliças. Daí decorria o escorbuto, comprometendo as articulações e provocando inflamações das gengivas, perdas dos dentes e hemorragias causadas pelo rompimento das paredes dos vasos sanguíneos, deteriorando o sistema imunológico e levando os indivíduos à morte.

Segundo Rios e Penteado (2003), James Lind teve um importante papel no reconhecimento do fator antiescorbútico das frutas cítricas, desenvolvendo o primeiro teste clínico que mostrou o valor terapêutico de suco de limão na cura da doença. Em 1753, os resultados foram publicados em um livro, no qual ele recomendava uma porção diária do suco. Houve, então, uma queda significativa da incidência da doença, ficando praticamente extinta, a partir de 1800.

O conceito de vitamina anti-escorbútica foi dado por Casimir Funk, em 1912, após Holz e Fröhlich, em 1907, terem induzido escorbuto em cobaias, dando-lhes uma dieta restrita de vitamina C (BALL, 1998).

Em 1932, dois grupos de pesquisadores conseguiram isolar a vitamina C na forma pura cristalina. A estrutura química foi identificada e o produto sintetizado sob a forma fisiologicamente ativa pouco depois. O ácido ascórbico foi oficialmente aceito com o nome químico da vitamina C (ANDERSON, 1988).

3.2.2.2. Estrutura Química da Vitamina C

O termo vitamina C é usado para descrever genericamente todos os compostos que apresentam quantitativamente a atividade biológica de ácido ascórbico. O composto natural principal com atividade da vitamina C é o ácido L-ascórbico, que é sistematicamente chamado de L-treo-2-hexenona-1,4-lactona (BALL, 1998; RIOS e PENTEADO, 2003).

A vitamina C ocorre naturalmente em alimentos sob a forma reduzida (ácido ascórbico-AA) e sob a forma oxidada (ácido dehidroascórbico-DHAA). O AA é a principal forma biologicamente ativa, mas o DHAA também desempenha atividade biológica e pode ser facilmente convertido a AA no corpo humano (LEE e KADER, 2000; GÖKMEN et al., 2000).

O ácido ascórbico está abundantemente disponível em frutas e legumes, sendo que a forma oxidada de dehidroascórbico está presente em teores mais baixos (FURUSAWA, 2001).

Existem dois pares enantiômeros do ácido ascórbico: ácido L e D-ascórbico e ácido L e D-isoascórbico. São epímeros entre si: ácido L-ascórbico e ácido D-isoascórbico; ácido D-ascórbico e ácido L-isoascórbico. Os ácidos D-isoascórbico e ácido L-isoascórbico não apresentam atividade vitamínica e não ocorrem naturalmente (RIOS e PENTEADO, 2003).

O ácido D-isoascórbico, conhecido como ácido eritórbico, é um estereoisômero do ácido ascórbico (Hidiroglou et al., 1998), e não é encontrado em produtos naturais, exceto em alguns microrganismos (RIOS e PENTEADO, 2003). Este ácido possui propriedades redutoras similares às do ácido L-ascórbico, porém apresenta apenas 5% da atividade vitamínica. É bastante usado em alimentos como estabilizante, no processamento de bebidas e produtos alimentícios (BALL, 1998).

Uma outra forma irreversível pela redução química, via um radical livre, é o ascorbato, ou semi ou mono-dehidroascorbato. Esta forma tem meia vida curta (RIOS e PENTEADO, 2003).

Os processos redox do ácido ascórbico são reversíveis, com a formação de radicais livres intermediários. A perda de um elétron leva à formação do ascorbato intermediário (HA^{\cdot}) também chamado ácido semi ou monodehidroascórbico. A espécie HA^{\cdot} se dissocia formando o radical $A^{\cdot-}$. A

perda do segundo elétron leva à formação do ácido dehidroascórbico (RIOS e PENTEADO, 2003).

A oxidação do ácido dehidroascórbico para o ácido dicetogulônico produz uma inativação irreversível da vitamina (FAVELL, 1998). A reação de decomposição ocorre através da abertura do anel por hidrólise com a formação do 2,3-diceto-L-gulônico (WASHKO et al., 1992).

3.2.2.3. Propriedades Físico-Químicas da Vitamina C

O ácido ascórbico é um sólido cristalino branco de fórmula molecular $C_6H_8O_6$, peso molecular 176 g/mol, ponto de fusão em torno de 192°C , solúvel em água (33% m/v a 25°C) e pouco solúvel em etanol (2%), acetonitrila (0,05%) e ácido acético (0,2%) (RIOS e PENTEADO, 2003).

Em relação às propriedades espectroscópicas, o ácido ascórbico possui características espectrais dependentes do estado iônico da molécula, sendo influenciadas pelo pH médio da solução (RIOS e PENTEADO, 2003).

Em solução ácida de $\text{pH} < 2$, o ácido L-ascórbico apresenta um máximo de absorção em 245 nm (absortividade molar = $1,2 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) e em pH 6,4 (diluído em tampão fosfato) o máximo de absorção é de 265 nm (absortividade molar = $1,6 \times 10^4 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) (Figura 3.1). O espectro do ácido D-isoascórbico é praticamente igual ao do ácido L-ascórbico quando em pH 2 e em pH 6 (BALL, 1998).

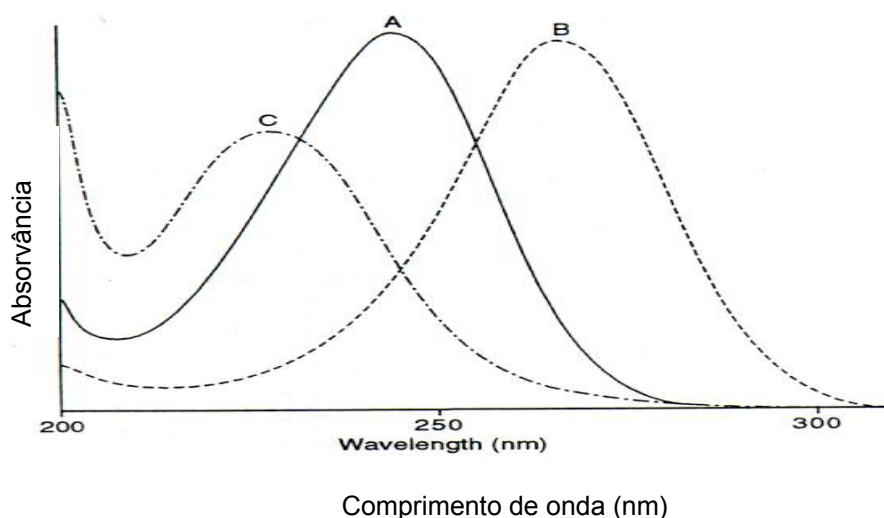


Figura 3.1. Espectro de absorção do ácido ascórbico em solução tampão fosfato a pH 2,0 (linha contínua) e pH 6,0 (linha tracejada). Ácido dehidroascórbico em água a

pH 3,1 (linha descontínua). A= 244nm (A1%1 cm) = 560; B = 265nm (A1%1 cm) = 940; C = 223nm.

Fonte: BALL (1998).

3.2.2.4. Estabilidade da Vitamina C

Nos últimos anos os consumidores têm sido mais atentos à qualidade nutricional dos alimentos. Em relação à vitamina C, existe um interesse tanto dos consumidores quanto dos fabricantes de alimentos, pois é uma das vitaminas mais sensíveis a condições de processamento e de estocagem, e sua degradação está relacionada a diversos fatores, como: oxigênio, pH, luz, temperatura e conteúdo de umidade ou atividade de água (ZANONI et al., 1999; ROJAS e GERSCHENSON, 2001).

Um estudo realizado por Zerdin et al. (2003) relata a perda de ácido ascórbico devido à presença de oxigênio em função do tempo e temperatura, em suco de laranja com embalagem livre para oxigênio e embalagem com barreira para oxigênio. A concentração inicial de ácido ascórbico no suco de laranja foi de 374 mg/L e diminuiu para 104 e 74 mg/L após 3 dias de estocagem a 25°C em embalagens sem oxigênio e com presença de oxigênio, respectivamente.

Outros fatores, como agentes oxidantes e redutores, presença de íons metálicos, presença de outras vitaminas, reação da vitamina com outro componente do alimento e a combinação de todos esses fatores também influenciam a estabilidade das vitaminas (OTTAWAY, 1993). Segundo Selman (1994), as condições como os alimentos são estocados também interferem no conteúdo de vitaminas.

A maioria dos processos empregados na produção dos alimentos tem a finalidade de aumentar, por exemplo, a digestibilidade ou a palatabilidade do alimento e de garantir sua segurança microbiológica. Por outro lado, a biodisponibilidade da vitamina pode ser afetada, com interferência em sua estabilidade e eficiência de sua utilização.

A vitamina C é uma das vitaminas mais sensíveis a perdas em alimentos. Segundo Rios e Penteado (2003), esta vitamina, na forma de ácido ascórbico, é muito susceptível às oxidações química e enzimática que ocorrem durante o processamento, estocagem e cozimento dos alimentos.

Por isso, grande parte da vitamina C está presente nas dietas na forma de ácido dehidroascórbico.

Em alimentos com umidade intermediária as taxas de degradação de vitamina C aumentam em atividades de água mais altas, provavelmente porque a reação ocorre mais facilmente quando a fase aquosa do alimento é menos viscosa (LEE e LABUZA, 1975).

Gabas et al. (2003) estudaram a cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas desidratadas e submetidas a diferentes condições de temperatura e umidade relativa. As ameixas *in natura* foram liofilizadas e acondicionadas em dessecadores contendo diferentes soluções salinas saturadas na temperatura de 4°C. Após atingir o equilíbrio, os dessecadores foram submetidos a uma temperatura que variou entre 40 e 80°C. A degradação da vitamina C foi avaliada ao longo de 5 dias. As amostras apresentaram o seguinte conteúdo de umidade: 0,05; 0,11; 0,18; 0,38 e 1,40g água/g sólido seco. Os resultados indicaram que as amostras submetidas à faixa de temperatura entre 40 e 60°C apresentaram uma perda mais lenta de vitamina C. Por outro lado, em altas temperaturas a degradação do ácido ascórbico ocorreu mais rapidamente. De modo geral, em altos teores de umidade, houve maior perda de vitamina C devido à sua alta solubilidade.

Assis et al. (2001) analisaram o conteúdo de pectina-metil-esterase, pectina e vitamina C em 5 estágios de amadurecimento da acerola. A acerola foi classificada de acordo com a cor e o peso em 5 fases: verde imaturo (2,62-3,21g); verde (4,04-4,83g); verde-amarelado maduro (5,03-5,88g); vermelho-pálido (6,16-6,77g) e maduro (6,92-8,37g). Os autores observaram maior conteúdo de vitamina C no estágio verde-imaturo com 2.424 mg de vitamina C/100g de polpa, com significativa redução desse conteúdo com o amadurecimento da fruta (957 mg/100g de polpa).

Em estudo realizado por Vendramini e Trugo (2000), a composição química da acerola também foi avaliada em 3 estágios de maturação. O conteúdo de ácido ascórbico foi bastante reduzido (50%) após atingir o estágio maduro (fruta vermelha), devido à oxidação bioquímica. Segundo o autor, isto ocorreu devido à presença da 3-hidroxi-2-pirona que foi

encontrada somente na acerola madura, como resultado do desarranjo oxidativo do ácido ascórbico.

Cardello e Cardello (1998) avaliaram o teor de vitamina C, ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga durante o amadurecimento. As amostras foram analisadas durante o estágio de amadurecimento e armazenadas por 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias a $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Em cada amostra foi determinada a atividade ascorbato-oxidase para verificar a sua participação em possível redução do teor de ácido ascórbico durante o amadurecimento da fruta. O teor de ácido ascórbico e o perfil sensorial foram determinados periodicamente durante o período de amadurecimento. Durante o amadurecimento, a atividade da ascorbato-oxidase aumentou enquanto o teor de ácido ascórbico diminuiu, de forma evidente.

Com relação à época de colheita, observa-se que alimentos colhidos no momento adequado apresentam elevado conteúdo de ácido ascórbico em relação àqueles colhidos tardiamente. A colheita demorada diminui gradativamente o conteúdo de vitamina C do alimento (TUDELA et al., 2002).

Os resultados desses trabalhos demonstram que grandes modificações ocorrem durante a maturação de frutas e hortaliças, por isso é importante controlar o processo de maturação tanto da planta como durante a estocagem.

A redução do teor de vitaminas pode ocorrer naturalmente, durante a estocagem de frutas e vegetais (Ottaway, 1993), e tende a ser progressiva com o envelhecimento e armazenamento prolongado. Devido à susceptibilidade de várias vitaminas é recomendável utilizar baixas temperaturas de estocagem, além de estocar os produtos por curto período de tempo. Para períodos mais longos, os produtos devem ser empacotados adequadamente, utilizando, se possível, atmosfera modificada (PAULUS, 1989). A sazonalidade e a perecibilidade dos vegetais explicam a necessidade de aplicar tecnologias para sua preservação, como o congelamento. O objetivo é combinar o prolongamento da vida útil com a manutenção das características sensoriais e nutritivas do alimento (GIANNAKOUROU e TAOUKIS, 2003).

A temperatura dos locais de armazenamento dos alimentos pode variar bastante, dependendo da estação do ano, da ventilação natural no setor, do mobiliário onde se estocam estes alimentos e da incidência solar. Assim, especialmente em épocas mais quentes do ano, a estocagem em temperatura ambiente pode ser prejudicial para muitos alimentos no que diz respeito à sua conservação e ao seu valor nutricional. As vitaminas, sendo nutrientes extremamente sensíveis ao calor, podem ser reduzidas durante o processo de estocagem dos alimentos, principalmente quando se adotam períodos longos de armazenamento (RODRIGUES e PINHEIRO-SANT'ANA, 2003).

Em geral, o conteúdo de vitamina C diminui em torno de 30 a 45% durante os três primeiros meses de armazenamento. Cultivares com conteúdo inicial elevado de ácido ascórbico sofrem maiores perdas durante longos períodos de estocagem do que aqueles com menor conteúdo inicial (TUDELA et al., 2002).

Uddin et al. (2002) avaliaram a degradação de ácido ascórbico em goiaba seca durante o período de estocagem. Foram observados os efeitos da temperatura de estocagem (30, 40 e 50°C) e atividade de água (0,43; 0,75; 0,84; 0,97). Com o aumento da atividade de água e da temperatura de 0,43 para 0,97 e 30 para 50°C respectivamente, a razão constante de deterioração aumentou.

Analisando a perda de vitamina C em vegetais verdes congelados sob diferentes condições de estocagem, Giannakourou e Taoukis (2003) observaram que o tipo de tecido da planta afeta significativamente as taxas de redução da vitamina C. Os vegetais foram armazenados sob diferentes condições de temperatura (-3 a -20°C). O espinafre demonstrou ser o mais susceptível à degradação da vitamina C. A ervilha e a vagem apresentaram uma retenção moderada, enquanto o quiabo exibiu uma taxa de perda substancialmente menor.

Lisiewska e Kmiecik (2000) analisaram o efeito do período de estocagem e da temperatura sobre a composição química e qualidade sensorial de tomates em cubos congelados. O tomate em cubos foi estocado durante 12 meses a -20 e -30°C e as análises foram feitas após 3, 6, 9 e 12 meses de estocagem. Em relação ao conteúdo de vitamina C, observou-se

redução significativa em relação à temperatura e tempo de estocagem. Quanto menor a temperatura, maior a retenção de vitamina C em todos os períodos de estocagem, sendo que nos primeiros 3 meses quase não houve redução no conteúdo dessa vitamina.

Na moderna tecnologia de alimentos, a tendência é maximizar a retenção de nutrientes, tanto no processamento quanto na estocagem. Durante a estocagem, os parâmetros mais controláveis são a temperatura e umidade relativa ou atividade de água (UDDIN et al., 2002).

O processamento pelo calor é um dos mais importantes métodos desenvolvidos pelo homem para aumentar o período de estocagem e a disponibilidade dos alimentos. Contudo, após processamento, pode haver uma redução no teor de nutrientes presentes originalmente. No caso das vitaminas, este tipo de processamento pode ser controlado para reduzir as perdas, sem prejudicar os aspectos sensoriais e de segurança (PINHEIRO-SANT'ANA, 1998).

Os principais fatores que afetam o congelamento rápido de vegetais frescos é a natureza da matéria-prima, o tipo de pré-tratamento empregado antes do congelamento, as tecnologias de resfriamento rápido e os processos pós-resfriamento, como transporte, distribuição e descongelamento (ZHANG et al., 2004).

A vitamina C é altamente sensível e as perdas que ocorrem nos processos de cocção e congelamento de vegetais, provavelmente são devido à oxidação durante a fase de resfriamento (REDMOND et al., 2003).

Muitos vegetais são cozidos pelo simples processo de cozimento (em água) ou em microondas, antes de serem consumidos (ZHANG e HAMAUZU, 2004). Esses processos de cocção certamente provocam mudanças nas características físicas e na composição química dos vegetais, principalmente no teor de vitamina C. Imersão e cocção podem causar consideráveis perdas de muitos nutrientes essenciais, como as vitaminas hidrossolúveis, devido a sua alta solubilidade e instabilidade térmica.

Zhang e Hamauzu (2004) avaliaram a mudança no conteúdo de compostos fenólicos, ácido ascórbico, carotenóides e atividade antioxidante de brócolis durante a cocção convencional e em microondas por 5 minutos.

Em relação ao ácido ascórbico, a retenção foi de 34,1 e 34,4% nos floretes em cocção convencional e em microondas respectivamente, e de 29,1 e 29,5 de retenção no talo nos respectivos modos de cocção. Os resultados demonstram que os compostos antioxidantes e a atividade antioxidante no brócolis tiveram grandes perdas durante a cocção. Os autores consideram que as condições de cocção do estudo foram, provavelmente, extremas e que em outros processos, como o branqueamento e fritura, as perdas seriam menores.

Os vegetais frescos apresentam pouca durabilidade e são expostos a condições que reduzem seu valor nutricional rapidamente, antes mesmo da cocção e do consumo (GIANNAKOUROU e TAOUKIS, 2003).

O tratamento adequado dos vegetais a serem congelados garante um produto com características nutricionais, de cor, paladar e odor que mais se aproximam do vegetal fresco, quando comparado ao enlatado, o qual é exposto a severos tratamentos térmicos (FILHO, 1991).

O congelamento rápido preserva as vitaminas, enquanto a refrigeração auxilia na retenção. As baixas temperaturas melhoram a estabilidade das vitaminas em comparação ao armazenamento em temperatura ambiente, porém o congelamento de produtos não processados por um período prolongado pode diminuir drasticamente o seu teor de vitaminas, principalmente o da vitamina C. Apesar do processo de congelamento por si só, não afetar a destruição dos nutrientes, perdas podem ocorrer durante os processos de branqueamento, descongelamento e preparação dos alimentos congelados (Breene, 1994), além da distribuição após o processamento, estocagem e manipulação.

Muitas vezes é necessário inativar enzimas, através do branqueamento, para melhorar a qualidade durante a estocagem de vegetais por congelamento (HOBSON, 1989).

De acordo com Giannakourou e Taoukis (2003), as condições de temperatura após o processamento e a flutuação da temperatura determinam o grau de velocidade de degradação da qualidade e da vida útil dos vegetais congelados. Condições impróprias de estocagem por congelamento causam evidentes mudanças nas características sensoriais,

que podem influenciar a aceitabilidade do consumidor e levar à redução do valor nutritivo, principalmente de vitamina C.

Mais estudos são necessários para que se possam definir métodos que previnam perdas excessivas de vitaminas em alimentos “in natura” e processados, melhorando a qualidade nutricional dos alimentos e dietas.

3.2.2.5. Funções da Vitamina C

Segundo Rios e Penteado (2003), a vitamina C é de grande importância em nutrição, tanto para a manutenção da saúde como para a indústria de alimentos, onde é usada como aditivo em alimentos processados. Está presente em frutas e vegetais frescos (SUNTORNUSUK et al., 2002).

3.2.2.5.1. Funções Antioxidantes

O ascorbato, produto da redução química do ácido ascórbico, é um antioxidante hidrossolúvel que está presente, junto com o oxigênio, nos tecidos das plantas (Davey et al., 2000; Lee e Kader, 2000) e desempenha um papel importante prevenindo manchas escuras em frutas e vegetais (LENTHERIC et al., 1999). A quantidade de ascorbato tende a diminuir durante a estocagem de frutas e vegetais (AGAR et. al., 1997; LEE e KADER, 2000).

Na indústria de alimentos o ácido ascórbico e seus derivados são usados em muitos produtos alimentícios, inclusive sucos e frutas, para melhorar a qualidade nutricional e prevenir as reações de escurecimento enzimático. Segundo Ball (1998), o ácido eritórbico (D-isoascórbico) é bastante usado em alimentos como estabilizante, no processamento de produtos e bebidas.

O papel do ácido ascórbico como agente redutor biológico está ligado à prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Por ser solúvel em água, acredita-se que a vitamina C faça parte da primeira linha de defesa do organismo, e, por ter facilidade em doar elétrons, possui também função antioxidante. Sua ação pode ser em espécies reativas de oxigênio, nitrogênio, oxigênio singlete e hipoclorito. O ascorbato sendo um forte

agente redutor afeta o potencial redox do organismo. Sua ação como antioxidante se dá em razão de sua capacidade de varrer os radicais, reagindo com o radical hidroxila para gerar água (SILVA e COZZOLINO, 2005).

As frutas e hortaliças contêm diferentes componentes oxidantes, dentre eles a vitamina C, que os protegem contra os radicais livres e têm sido fortemente associados à redução do risco de doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, câncer, diabetes, mal de Alzheimer e cataratas (KNERT et al., 2002). Muitos estudos demonstram que a ingestão frequente de vegetais pode ajudar na prevenção contra o câncer e outras doenças. De acordo com Munzuroglu et al. (2003), as propriedades antioxidantes e anticarcinogênicas das vitaminas A, C, E, β -caroteno e selênio têm sido recentemente reconhecidas. Esses nutrientes podem agir independentemente ou em combinação, como agentes anticarcinogênicos e cardioprotetores, por uma variedade de mecanismos.

Em relação ao câncer, existem muitos registros da área de epidemiologia mostrando que o consumo de frutas e hortaliças está ligado a um menor risco de vários tipos de câncer como os de pulmão, cavidade oral, faringe, laringe e do colo uterino. Entretanto, é escassa a literatura que relata a ingestão de um ou outro nutriente específico como estando relacionado à incidência do câncer (AMAYA-FARFAN, 2001).

Dentre as doenças nas quais o excesso de estresse oxidativo foi implicado, as doenças cardiovasculares (DCV) são as que contam com maiores evidências. A oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) passa a ser o passo inicial para a aterosclerose coronariana (AMAYA-FARFAN, 2001). A característica antioxidante do ácido ascórbico permite que ele exerça função antiaterogênica na redução da oxidação das LDL (COMBS, 1998). Parece que sua ação está relacionada com a varredura de radicais peroxil na fase aquosa antes de eles terem iniciado a peroxidação lipídica, e pela regeneração da forma ativa da vitamina E (SILVA e COZZOLINO, 2005).

Existem evidências crescentes de que as doenças de Alzheimer, Parkinson e a esclerose amiotrófica lateral sejam manifestações adversas de estados de estresse oxidativo. Pequenos estudos de intervenção têm

mostrado melhoria sintomática em pacientes já acometidos por essas doenças, quando tratados com vitamina C ou E. Entretanto, esses resultados são preliminares e não constituem prova de que a sua utilidade possa ser estendida à população em geral (AMAYA-FARFAN, 2001).

3.2.2.5.2. Outras Funções

A vitamina C exerce função em vários processos orgânicos: cicatrização de feridas, metabolismo da tirosina, conversão de ácido fólico em ácido folínico, metabolismo de carboidratos, síntese de lipídios e proteínas, metabolismo do ferro, resistência a infecções e respiração celular, além de exercer efeito antioxidante (Olsson, et al., 1998) e reciclar a vitamina E (RIOS e PENTEADO, 2003).

Sabe-se que o ácido ascórbico age na produção e manutenção do colágeno nos tecidos, como pele, cartilagem e tecido conjuntivo (FURUSAWA, 2001). Está envolvido também na rota biossíntese da carnitina, a qual é utilizada pela mitocôndria para transferência de elétrons na transmembrana na síntese de ATP; e na síntese de norepinefrina, a partir da dopamina. A vitamina C também tem ação na conversão do colesterol em ácidos biliares e no metabolismo iônico de minerais (SILVA e COZZOLINO, 2005).

3.2.2.6. Recomendações Nutricionais de Vitamina C

Sabe-se que a deficiência de ácido ascórbico causa o escorbuto e distúrbios neurológicos. Segundo Johnston e Bowling (2002), uma quantidade reduzida de vitamina C é necessária diariamente, porém, quantidades marginais dessa vitamina têm sido relacionadas com o aumento do risco de mortalidade e morbidade, principalmente de câncer e doenças cardiovasculares.

A necessidade do estabelecimento de padrões de referências nutricionais é reconhecida de longa data, procurando-se identificar quantidades de nutrientes que os indivíduos devem ingerir por meio da sua dieta, já que quando a alimentação não supre as necessidades do

organismo, pode surgir a má-nutrição e as doenças a ela associadas (MACHIONI et al., 2002).

A Ingestão Dietética de Referência (Dietary Reference Intakes – DRIs) é um grupo de quatro valores de referência de ingestão de nutrientes. As DRIs apresentam maior abrangência do que as Recomendações Nutricionais (Recommended Dietary Allowances - RDAs). As RDAs vêm sendo publicadas desde 1941 pela Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos, sendo que as DRIs foram concebidas para substituí-las (ILSI, 2001).

As DRIs são valores numéricos estimados de consumo de nutrientes para uso no planejamento e avaliação de dietas para pessoas aparentemente saudáveis (Amaya-farfan et al., 2001) e podem ser usadas para planejar dietas, definir rotulagem e planejar programas de orientação nutricional. Elas diferem das antigas RDAs porque, para a construção de seus limites, foram considerados também a redução de doenças crônicas não transmissíveis - não somente de ausência de sinais de deficiência - tendo sido incluída a recomendação de que a ingestão diária não ultrapasse um limite máximo para prevenir riscos de efeitos adversos (ILSI, 2001).

As definições para DRIs, EAR, RDA, UL, AI e UL, segundo o ILSI (2001), são as seguintes:

- As DRIs são valores de referência de ingestão de nutrientes que devem ser utilizados para planejar e avaliar dietas para pessoas saudáveis. Elas incluem tanto as recomendações de ingestão, como os limites superiores que devem ser considerados como valores de referência. Embora estes valores de referência estejam baseados em dados, estes são frequentemente escassos ou tirados de estudos que possuem limitações para tratar a questão. Assim, é necessário o julgamento científico para fixar os valores de referência. Inicialmente define-se necessidade de um nutriente como o mais baixo nível de ingestão continuada que mantém o estado de nutrição de um indivíduo em um determinado nível, avaliado segundo um dado critério de adequação nutricional.

- Necessidade média estimada (Estimated Average Requirement/ EAR): é um valor de ingestão diária de um nutriente que se estima que supra a necessidade de metade (50%) dos indivíduos saudáveis de um determinado grupo de mesmo gênero e estágio de vida. Conseqüentemente, metade da população teria, a esse nível, uma ingestão abaixo de suas necessidades. A EAR é usada na determinação da RDA e corresponde à mediana da distribuição de necessidades de um dado nutriente para um dado grupo de mesmo gênero e estágio de vida. Coincide com a média quando a distribuição é simétrica.
- Ingestão Dietética Recomendada (Recommended Dietary Allowance/ RDA): é o nível de ingestão dietética diária que é suficiente para atender as necessidades de um nutriente de praticamente todos (97 a 98%) os indivíduos saudáveis de um determinado grupo de mesmo gênero e estágio de vida.
- Ingestão Adequada (Adequate intake/AI): é utilizada quando não há dados suficientes para a determinação da RDA. Pode-se dizer que é um valor prévio à RDA. Baseia-se em níveis de ingestão ajustados experimentalmente ou em aproximações da ingestão observada de nutrientes de um grupo de indivíduos aparentemente saudáveis.
- Limite Superior Tolerável de Ingestão (Tolerable Upper Intake Level/ UL): é o valor mais alto de ingestão diária continuada de um nutriente que aparentemente não oferece nenhum efeito adverso à saúde em quase todos os indivíduos de um estágio de vida ou gênero. À medida que a ingestão aumenta para além do UL o risco potencial de efeitos adversos também aumenta. O UL não é um nível de ingestão recomendado, sendo que seu estabelecimento surgiu com o crescimento da prática de fortificação de alimentos e do uso de suplementos alimentares. O UL ainda não está estabelecido para todos os nutrientes.

Assim como as antigas RDAs, cada DRI refere-se a uma ingestão de nutriente, de acordo com a idade, por indivíduos aparentemente saudáveis (ILSI, 2001).

Devido ao seu alto poder redutor, o ácido ascórbico proporciona proteção contra a oxidação descontrolada da célula no meio aquoso. A RDA para mulheres adultas foi estipulada em 75 mg/dia e, para homens, em 90 mg/dia. Esta recomendação é baseada na ingestão de vitamina C para manter ao máximo a concentração de neutrófilos com excreção urinária mínima de ascorbato (IOM, 2000).

O fumo aumenta o estresse oxidativo e o turnover metabólico de vitamina C, por isso o requerimento para fumantes é aumentado em 35 mg/dia (IOM, 2000). Nessas doses ainda haverá baixa excreção de metabólitos urinários, indicando que a dosagem não é excessiva (AMAYA-FARFAN, 2001).

O limite máximo de 2000 mg/dia de vitamina C para adultos foi baseado nos efeitos adversos da indução de diarreia osmótica, tendo como base a ingestão de dietas e suplementos (AMAYA-FARFAN, 2001).

Para crianças de 0 a 12 meses, a ingestão recomendada de vitamina C é baseada na ingestão adequada (AI) que reflete a média de ingestão da vitamina por crianças alimentadas predominantemente com leite materno (IOM, 2000).

O Quadro 3.1 apresenta os valores de DRI's para vitamina C e sua comparação com as RDA's de 1989.

Quadro 3.1. Recomendações nutricionais de vitamina C para indivíduos saudáveis de diferentes faixas etárias.

Faixa Etária	Vitamina C (mg/dia)			
	EAR	RDA/AI*	UL	RDA (1989)
Lactentes				
0-6 m	-	40*	ND	30
7-12 m	-	50*	ND	35
Crianças				
1-3 a	13	15	400	40
4-8 a	22	25	650	45
Homens				
9-13 a	39	45	1200	50
14-18 a	63	75	1800	60
19-30 a	75	90	2000	60
31-50 a	75	90	2000	60
50-70 a	75	90	2000	60
> 70 a	75	90	2000	60
Mulheres				
9-13 a	39	45	1200	50
14-18 a	56	65	1800	60
19-30 a	60	75	2000	60
31-50 a	60	75	2000	60
50-70 a	60	75	2000	60
> 70 a	60	75	2000	60
Gestação				
≤ 18 a	66	80	1800	70
19-30 a	70	85	2000	70
31-50 a	70	85	2000	70
Lactação				
≤ 18 a	96	115	1800	90
19-30 a	100	120	2000	90
31-50 a	100	120	2000	90

EAR (Necessidade Média Estimada), RDA (Ingestão Dietética Recomendada); UL (Limite Superior Tolerável de Ingestão); AI (Ingestão Adequada).

Fonte: IOM, 2000.

3.3. Metodologia para Determinação de Vitamina C em Alimentos

Vários métodos têm sido empregados para determinação da vitamina C em alimentos, como titulometria, espectrofotometria, colorimetria, fluorimetria, eletroforese e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), nas últimas décadas (GÖKMEN et al., 2000).

A maioria desses métodos, com exceção da CLAE, requer muito tempo e pode superestimar a quantidade de vitamina devido à presença de substâncias diferentes do ácido ascórbico que podem ser oxidadas. Pode

ocorrer, também, não quantificar o ácido dehidroascórbico (Gökmen et al., 2000), levando a falsos resultados interpretativos.

Tem-se tornado muito comum a análise de vitamina C por CLAE, demonstrando ser uma técnica eficiente na separação e na quantificação, além de ser rápida, permitindo a análise simultânea de vários compostos. O principal problema desta determinação é a padronização das condições de extração, características físico-químicas e estabilidade de cada vitamina (RIZZOLO e POLESELLO, 1992).

Embora a CLAE tenha trazido algumas vantagens, em comparação com as técnicas de medição direta, a sensibilidade ainda é um importante problema na quantificação direta do ácido dehidroascórbico por CLAE usando sistemas de detecção comum como, o detector UV-Visível. Numerosos esforços têm sido direcionados para melhorar essa sensibilidade, usando sistemas de detecção específicos, como o eletroquímico e o fluorimétrico. Normalmente, o ácido dehidroascórbico é determinado pela diferença entre o ácido ascórbico total, após a redução do ácido dehidroascórbico, e o conteúdo original de ácido ascórbico da amostra (GÖKMEN et al., 2000). Vários agentes redutores, como a homocisteína, ditiotreitól (DTT) e L-cisteína têm sido usados na redução do ácido dehidroascórbico para ácido ascórbico.

Gökmen et al. (2000) determinaram o conteúdo de AA e DHAA em algumas frutas e vegetais. As condições cromatográficas aplicadas permitiram separar quase todos os constituintes das amostras originais. O DTT foi utilizado para converter o DHAA em AA, devido à baixa sensibilidade do detector UV em relação ao DHAA. Os resultados das análises foram confirmados pelo ensaio enzimático (EA).

A detecção UV, utilizando o detector de arranjos de foto-diodos, fornece informações espectrais que são importantes na identificação dos componentes nas amostras. A CLAE, combinada com este detector, é capaz de detectar uma gama extensiva de moléculas e assegurar a identificação dos compostos (FURUSAWA, 2001).

Durante a extração do ácido ascórbico, procedimentos inadequados, presença de luz e variações de temperatura afetam significativamente o teor de vitamina C das amostras (RIZZOLO et al., 2002). O preparo da amostra

deve ser feito com extremo cuidado devido a grande susceptibilidade à degradação do ácido ascórbico.

Para a extração, são geralmente utilizadas soluções ácidas, como ácido metafosfórico, cítrico e oxálico, que previnem a oxidação por íons metálicos, ajudam a precipitar proteínas e inativam a enzima oxidase do ácido ascórbico (RIOS e PENTEADO, 2003).

Na CLAE, tem sido muito utilizada a coluna de fase estacionária C18, partícula de 5 µm (GIANNAKOUROU e TAOUKIS, 2003). Outros autores propõem o uso da coluna NH₂ (SILVA, 2004).

3.4. SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E CONTROLE DA QUALIDADE DAS PREPARAÇÕES EM UAN

Hartog (2003) define qualidade nutricional como sendo o valor expresso em energia disponível, aminoácidos e componentes essenciais, como vitaminas, elementos traços e outros que são fatores determinantes para o desempenho do organismo.

A segurança dos alimentos é muito importante no mercado de alimentação devido a diversas mudanças estruturais no sistema alimentar. Essas mudanças incluem avanços da ciência da saúde pública, mudanças no conhecimento do consumidor na forma de obter e preparar os alimentos e o crescimento do mercado internacional de produtos alimentícios. Com isso, o mercado sente-se motivado a melhorar a qualidade de seus produtos, tornando-os mais seguros para o consumidor, do ponto de vista microbiológico e nutricional. Este fator incentiva as políticas de intervenção pública no mercado de alimentos.

A credibilidade das empresas que manipulam e/ou fabricam alimentos perante os consumidores nacionais e internacionais e os órgãos fiscalizadores está vinculada à qualidade e segurança oferecida pelo produto, o que contribui para sua maior competitividade em uma economia globalizada (LOVATTI, 2004).

Os programas tradicionais de controle na produção de alimentos seguros apresentam limitações. Aqueles controles baseados na inspeção do produto final envolvem uma grande quantidade de amostras a serem

testadas, porém um número relativamente elevado de produtos potencialmente perigosos pode ainda existir. Assim, é essencial um sistema de garantia de qualidade voltado principalmente para a segurança dos alimentos, mas que promova simultaneamente a melhoria da qualidade, o aumento da produtividade e que resulte em maiores benefícios para a indústria de alimentos (ROBERTO, 2001).

A qualidade dos alimentos não pode ser definida em termos de uma característica individual mensurável. Usualmente é avaliada por quatro critérios principais: aparência (tamanho, forma, cor, isenção de injúrias e um sabor característico associado ao produto); conveniência tecnológica (atributos específicos que determinam a conveniência do gênero alimentício para processamento e estocagem); composição nutricional (conteúdo de nutrientes essenciais para os consumidores) e segurança sanitária (ausência de substâncias prejudiciais, como nitratos, toxinas naturais, resíduos de pesticidas e metais pesados). Portanto, os atributos de qualidade dos produtos dizem respeito à sua aparência, sabor e odor, textura, valor nutritivo e inocuidade.

Apesar da evolução em diversos setores, percebe-se que as preocupações com a qualidade dos processos em UAN estão focadas no aspecto higiênico-sanitário. A qualidade nutricional das preparações deveria ser alvo de atenção, especialmente dos profissionais de nutrição e os órgãos governamentais deveriam garantir que esta qualidade fosse prevista pela legislação (PINHEIRO-SANT'ANA, 2004).

É dever de qualquer UAN manter, melhorar ou recuperar a saúde da clientela atendida, por meio da alimentação. Investigar a eficiência das práticas de preparação realizadas nesses restaurantes, quanto à retenção de nutrientes, é importante para aqueles que estão preocupados com a qualidade nutricional das refeições preparadas e, portanto, com a saúde dos clientes (CAMPOS et al., 2003).

A qualidade nutricional das refeições depende da matéria prima utilizada, da composição do cardápio e do processo de armazenamento e preparação dos alimentos. Os estudos nessa área têm sido centrados especialmente nas vitaminas, devido à sua grande sensibilidade a fatores

diversos, relacionados ao armazenamento, à manipulação e ao processamento dos alimentos (PINHEIRO-SANT'ANA, 2004).

A ligação da alimentação com os aspectos de saúde dos indivíduos vem sendo estudada há anos pela ciência da nutrição, que a cada dia encontra maiores evidências e inter-relações para essas questões. Por isso, ao trabalhar com o alimento, cabe ao nutricionista preocupar-se com a prevenção de doenças e a promoção da saúde, através de ações exercidas contínua e globalmente sobre indivíduo ou população, conduzindo a uma vida mais longa, saudável e produtiva (VEIROS e PROENÇA, 2003).

Um dos fatores mais importantes na qualidade nutricional dos alimentos refere-se ao seu conteúdo em vitaminas. No entanto, esses nutrientes podem ser facilmente perdidos durante as várias etapas de manipulação dos alimentos, desde o campo até a mesa.

As etapas de higienização dos alimentos estão associadas com a perda de vitaminas hidrossolúveis, através do processo de lixiviação, uma vez que o contato direto da água com o alimento interfere no teor dessas vitaminas. A higienização de vegetais em água corrente pode resultar em perdas, aumentadas pela imersão por períodos longos (RODRIGUES e PINHEIRO-SANT'ANA, 2003).

O processamento requer especial atenção, pois, freqüentemente o contato com água leva a um decréscimo, não só das vitaminas hidrossolúveis, mas de outros componentes que são importantes na nutrição, como os responsáveis pelas qualidades sensoriais dos produtos (PAULUS, 1989).

A estabilidade das vitaminas pode ser reduzida não somente porque elas estão sujeitas à lixiviação, mas também devido à ação do calor. Portanto, um controle eficiente do tempo e da temperatura de cocção, além do uso de equipamentos adequados e uma quantidade reduzida de água são essenciais para minimizar estas perdas (PINHEIRO-SANT'ANA, 1999).

A perda de vitaminas durante as etapas de pré-preparo dos alimentos varia em função do tempo de manipulação. Quanto maior for este tempo, maior será o efeito de condições ambientais, como luz, calor e presença de oxigênio, diminuindo assim, o conteúdo de vitaminas, por oxidação e degradação (RODRIGUES e PINHEIRO-SANT'ANA, 2003).

O descascamento de vegetais é responsável pela remoção de vitaminas associadas aos tecidos superficiais, além de expor as vitaminas localizadas nos tecidos internos a outros fatores relacionados com perdas (COMBS, 1998).

Salienta-se que o controle de qualidade nutricional das refeições não depende apenas de uma equipe treinada e motivada e da aquisição de matérias primas de alta qualidade, mas de uma construção adequada do restaurante e de equipamentos, utensílios e móveis em quantidade e qualidade voltados para atender às demandas do estabelecimento de maneira eficiente.

O objetivo principal das indústrias de alimentos é disponibilizar alimentos e produtos seguros aos consumidores. A maneira mais efetiva para se atingir este objetivo é focalizar na prevenção dos perigos e na melhoria dos processos. Os perigos que comprometem a qualidade dos alimentos podem ser de natureza microbiológica, química, física e nutricional. Segundo Snijders e Knapen (2002), o público espera um alimento seguro e acredita que o governo, juntamente com as instituições científicas, possa contribuir com isso. Muitos cientistas argumentam que os alimentos nunca foram tão seguros quanto os de hoje, porém o consumidor não percebe.

O sistema APPCC é considerado o meio mais efetivo e racional para garantir a segurança dos alimentos. Prevenir problemas é a base deste sistema (NACMCF, 1998). O conceito destacado é a prevenção e não a inspeção do produto terminado (ALMEIDA, 1998).

Durante as três últimas décadas, o sistema APPCC tem sido progressivamente introduzido e aplicado para o benefício das empresas que trabalham com alimentos. Porém, deve-se reconhecer que o sistema não tem sido homogeneamente implantado em todos os setores desses estabelecimentos. Os motivos pelo qual o programa não é implementado, mantido e atualizado não se devem apenas à recusa dos funcionários, mas é causado principalmente por barreiras técnicas que podem impedir a aplicação do sistema. Barreiras técnicas são todas as práticas, atitudes e percepções que afetam negativamente o entendimento dos conceitos do

sistema APPCC e, conseqüentemente, a implementação e a manutenção dos seus princípios (PANISELLO e QUANTICK, 2001).

O sistema APPCC e seus pré-requisitos são ferramentas utilizadas pelas indústrias de alimentos para controlar os perigos à saúde do consumidor e conferir qualidade aos seus produtos. Entretanto, o controle desses perigos não deve ser restrito a um segmento, devendo ser efetuado em toda cadeia produtiva (ROBBS, 2002).

Sete princípios básicos são empregados no desenvolvimento do plano APPCC. Esses princípios incluem a análise de perigos, a identificação de pontos críticos de controle (PCC's), o estabelecimento de limites críticos, o monitoramento de processos, as ações corretivas, a verificação do processo, e o registro de manutenção e documentação. De acordo com o sistema, se ocorrer uma divergência, indicando que o controle foi perdido, o erro é detectado e são tomadas medidas apropriadas para estabelecer o controle a tempo de assegurar que produtos potencialmente perigosos não cheguem ao consumidor (NACMCF, 1998).

Os princípios do sistema APPCC são aplicáveis a todas as fases da produção de alimentos, incluindo a agricultura básica, a pecuária, a industrialização e manipulação dos alimentos, os sistemas de distribuição e manejo e a utilização do alimento pelo consumidor (ALMEIDA, 1998).

O APPCC é um programa dinâmico que requer a participação ativa da administração (gerência/supervisão) e funcionários da produção, devendo ser construído sobre um programa sólido de pré-requisitos como Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Procedimentos Operacionais Padronizados (POP's), que envolvem conceitos de higiene, treinamento de funcionários, ambiente de produção, etapas e procedimentos, de forma que o controle das condições operacionais dentro da empresa simplifiquem a adoção do programa APPCC (ROBERTO, 2001). Trabalhar com o sistema APPCC, na prática, dependerá da competência das pessoas que o desenvolvem e aplicam e de um programa de pré-requisito para dar suporte (MORTIMORE, 2001).

Os programas de pré-requisitos podem fornecer um eficiente suporte para o APPCC, se corretamente desenvolvidos e aplicados e proporcionar um controle adequado dos princípios básicos de manipulação de alimentos.

Conseqüentemente, o plano APPCC torna-se mais eficiente, podendo ser conduzido mais facilmente (WALLACE e WILLIANS, 2001).

No Brasil, embora em menor grau do que em países desenvolvidos, vários segmentos da sociedade estão preocupados com a questão da segurança alimentar. A implementação do sistema APPCC, em serviços de alimentação e indústrias de alimentos, é regulamentada pela portaria do Ministério da Saúde nº 1.428, de 26 de novembro de 1993 (BACHELLI et al., 2004).

Duarte (2004) constatou a grande importância da elaboração do Manual de Boas Práticas de Preparação no sentido de assegurar a qualidade no processo produtivo das refeições, considerando aspectos nutricionais, sensoriais e higiênico-sanitários. Percebeu-se como tal processo pode contribuir para o atendimento às recomendações legais no estabelecimento em questão. Verificou, ainda, que é essencial uma estrutura física com o maior nível de adequação possível, do envolvimento de todos os funcionários e do profundo conhecimento das reais condições de funcionamento dessa estrutura para assegurar a implementação das Boas Práticas.

O trabalho realizado por Bachelli et al. (2004) teve como objetivo identificar as iniciativas de processo de certificação de restaurantes através da implantação de selo de qualidade. Verificou-se que o Programa Nacional de Municipalização do Turismo, coordenado pela Empresa Brasileira de Turismo (EMBRATUR), certificou restaurantes comerciais em cidades como Vitória, Fortaleza, Manaus, Cabo Frio e Porto Velho. Existem também, iniciativas municipais de implantação do selo de qualidade, como as verificadas nas cidades de Campinas, Santo André e Cornélio Procópio. Já no caso de restaurantes institucionais, o único selo existente é o proposto pela Associação Brasileira de Empresas de Refeições para Coletividades (ABERC), que se mostrou bastante estruturado, mas ainda poucas empresas foram credenciadas. Os autores ressaltam que todas as certificações têm como meta melhorar a qualidade sanitária dos alimentos servidos, reduzindo os riscos para a saúde do consumidor, assim como o aperfeiçoamento de pessoal e uma diferenciação no atendimento dos clientes.

Estudo realizado por Cavalli e Salay (2004), sobre segurança dos alimentos e recursos humanos em restaurantes comerciais dos municípios de Campinas, SP e Porto Alegre, RS revelou que as unidades de alimentação comercial não utilizam o sistema APPCC e somente 11% adotam as normas das Boas Práticas de Fabricação e/ou Produção (BPF-P). A maioria não oferece cursos e treinamentos aos seus funcionários, dificultando a garantia da segurança do alimento para o consumidor.

Segundo Panetta (1998), os manipuladores de alimentos devem ser treinados constantemente. O treinamento, a informação e conscientização dos manipuladores são fatores importantes para que se consiga produzir e oferecer alimentos seguros e com propriedades nutricionais que satisfaçam a um consumidor cada vez mais exigente e informado.

Considerando o crescimento do número de organizações manipuladoras e/ou processadoras de alimentos, torna-se imprescindível que as empresas do ramo de alimentação atendam as expectativas dos clientes, formulando estratégias do ponto de vista higiênico-sanitário, que contemplem desde a seleção dos fornecedores de matéria-prima até a entrega do produto final ao consumidor, de forma a garantir a sua saúde (BENEVIDES e LOVATTI, 2004).

As UAN que adotam um programa de controle das etapas são capazes de analisar e avaliar a preparação do alimento durante o processo, desde a matéria-prima até o produto acabado. Controlando-se a temperatura sob a qual o alimento é mantido e o tempo gasto durante seu preparo e distribuição, pode-se obter uma melhoria na qualidade e uma minimização dos riscos de um surto de origem alimentar (CUMMINGS, 1992).

Por outro lado, conhecendo os principais fatores que causam as perdas de nutrientes, em especial, as vitaminas, é possível otimizar os processos de preparo dos alimentos e, assim, garantir uma maior qualidade nutricional das preparações (adaptado de PINHEIRO-SANT'ANA, 1998).

3.5. CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS RELACIONADOS A PESQUISA

Aqui são sugeridos alguns conceitos, com base na literatura, importantes para o melhor entendimento dos termos utilizados no trabalho.

3.5.1. Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN)

São estabelecimentos onde se adquirem e, ou recebem, armazenam e preparam matérias primas alimentares, de forma a produzir e distribuir refeições para coletividades. A tais estabelecimentos cabe o compromisso da adoção de boas práticas, a fim de:

- (a) garantir a qualidade higiênico-sanitária, sensorial e nutricional das refeições, bem como sua conformidade com a legislação sanitária;
- (b) proporcionar a satisfação dos clientes.

3.5.2. Qualidade Nutricional (QN)

A qualidade nutricional de alimentos e refeições expressa seu valor em termos do conteúdo e biodisponibilidade de macro e micronutrientes, essenciais para o desempenho do organismo de forma confiável e segura, contribuindo para a manutenção do estado de saúde e para a prevenção e tratamento de doenças.

3.5.3. Segurança Alimentar

É a condição que garante acesso aos alimentos, em qualidade e quantidade necessária para satisfazer as necessidades nutricionais dos indivíduos, considerando seus hábitos alimentares. A garantia de segurança alimentar em UAN é função das diversas fases do processo administrativo, devendo nortear as fases de planejamento, execução e controle da produção de refeições. De forma direta, abrange os cuidados com a aquisição, a recepção, o armazenamento e preparo dos alimentos e a distribuição das refeições.

3.5.4. Perigo Nutricional (PN)

É a possibilidade de ocorrência de perdas de nutrientes em um alimento, devido à adoção de procedimentos e técnicas inadequadas durante as etapas de aquisição e, ou recepção, armazenamento, preparação e distribuição.

3.5.5. Risco Nutricional (RN)

É a probabilidade de ocorrência de um perigo nutricional.

3.5.6. Ponto de Controle Nutricional (PCN)

Consiste em uma situação que deve ser corrigida a fim de minimizar as perdas de nutrientes nos alimentos.

3.5.7. Medida de Controle Nutricional (MCN)

Procedimento que deve ser adotado com o objetivo de prevenir ou reduzir as perdas que comprometam a qualidade nutricional do alimento, mantendo o perigo nutricional sob controle.

3.5.8. Critério de Controle Nutricional (CCN)

É um procedimento que deve ser adotado para cada MCN associada a um PCN. É um limite mínimo ou máximo de um parâmetro a ser adotado em relação a um PCN, de forma a prevenir, eliminar ou reduzir o risco de perda de nutrientes nos alimentos.

3.5.9. Análise de Perigos Nutricionais (APN)

Processo de coletar e analisar informações associadas com a aquisição, a recepção, o armazenamento e a preparação de matérias primas alimentares, bem como a distribuição de refeições, de forma a identificar, nas diferentes etapas dos processos, situações em que eventuais perigos, relacionados a perdas de nutrientes, possam ocorrer.

3.5.10. Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

É um tipo de cromatografia líquida que emprega pequenas colunas, preenchidas por materiais especialmente preparados e uma fase móvel que

é eluída sob altas pressões. O procedimento tem a capacidade de realizar separações e análises quantitativas de uma grande quantidade de compostos presentes em vários tipos de amostras, em escala de tempo de poucos minutos, com alta resolução, eficiência e sensibilidade.

4. METODOLOGIA

4.1. Matéria Prima

Foram utilizadas hortaliças preparadas rotineiramente em um restaurante comercial e um restaurante institucional de Viçosa, MG.

Selecionou-se seis preparações cruas e duas cozidas, a saber:

- ♦ Preparações Cruas: alface lisa (*Lactuca sativa* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), chicória (*Cichorium endívia* L.), couve (*Brassica oleracea*, var. *acephala*), repolho branco (*Brassica oleracea*, var. *capitata*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*).
- ♦ Preparações Cozidas: cenoura (*Daucus carota* L.) e couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.)

4.2. Reagentes e Outros Materiais

As amostras foram preparadas utilizando-se ácido metafosfórico com grau de pureza para análise (p.a.), Merck, Alemanha, e água ultra pura, tipo Milli-Q[®].

O padrão vitamínico utilizado foi o ácido L-ascórbico p.a., com alto teor de pureza, Vetec, Brasil.

Para o preparo da fase móvel foram utilizados: água ultra pura, tipo Milli-Q[®]; acetonitrila grau HPLC, Mallinckrodt, EUA; ácido metafosfórico p.a., Merck, Alemanha, e tetrabutilamônio brometo p.a., Vetec, Brasil.

Para a filtração das amostras utilizou-se papel de filtro n^o. JP41 J. Prolab, Brasil; seringas descartáveis esterilizadas de 3 mL, da Rymco, Colômbia; unidades filtrantes HV Millex, em polietileno, 0,45 µm de porosidade, Millipore, Brasil.

4.3. Equipamentos

Os equipamentos utilizados para extração da vitamina nas amostras foram os seguintes: microtritador, modelo MA 102, Marconi; bomba de vácuo modelo CA Fanem; centrífuga Excelsa Baby II, com cruzeta angular 4 x 100 mL, modelo 206-R, Fanem.

A fase móvel foi degaseificada utilizando bomba de vácuo modelo CA Fanem. Para a medição do pH da fase móvel utilizou-se pHmetro UB-10, Hexis.

A varredura dos espectros de absorção e quantificação do padrão vitamínico foram feitas em espectrofotômetro UV 1601, Shimadzu.

Para a determinação de sólidos totais, utilizou-se estufa de circulação forçada de ar modelo ETC 45 série 400ND, Nova Ética.

Para pesagem das amostras utilizou-se balança analítica Sauter D-7470, com 4 casas decimais.

As análises por CLAE foram realizadas em cromatógrafo líquido de alta eficiência, Shimadzu, munido de bomba de alta pressão, modelo LC-10AT VP; injetor automático com "loop" de 50 μ L, modelo SIL-10AF; coluna Microsorb-MV RP18, 5 μ m, 250mm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno; detector de arranjo de diodos UV-Visível modelo SPD-M10A; software "Multi System" modelo Class VP 6.12, para controle de até 4 sistemas. O sistema foi inteiramente controlado por computador.

4.4. Seleção dos Restaurantes

Três restaurantes comerciais e um restaurante institucional, localizados na cidade de Viçosa, MG, foram contatados previamente para se conhecer a rotina de trabalho e as hortaliças rotineiramente servidas. Dos restaurantes pré-selecionados, um comercial e um institucional foram convidados a participar da pesquisa, após o esclarecimento dos objetivos.

4.5. Medidas de controle de perdas de vitamina C nas hortaliças

Após a seleção dos restaurantes e com base nos princípios do sistema APPCC citados por Almeida (1998) e NACMCF (1998), as seguintes etapas foram seguidas:

A) Descrição dos procedimentos operacionais

Foi feita uma auditoria inicial em cada UAN selecionada, para observar os fluxogramas de produção de cada hortaliça estudada, com a finalidade de descrever de forma detalhada as etapas relacionadas com o

seu preparo. Foram analisadas as etapas de recebimento, estocagem, preparo e distribuição das hortaliças.

Os fluxogramas ilustrativos estão em anexo (anexo 1 a 12).

B) Identificação das etapas relacionadas a perdas de vitamina C e respectivas medidas de controle nutricional (MCN)

Cada hortaliça foi analisada separadamente. Foram feitas análises para identificar as etapas do processo onde perigos significativos para perdas de vitamina C pudessem ocorrer, aos quais foram associadas MCN, quando cabíveis.

C) Identificação dos pontos de controle nutricional (PCN)

A identificação dos PCN ocorreu quando a prevenção, eliminação ou redução do perigo foi considerada essencial para garantir o valor nutricional do alimento em relação ao teor de vitamina C. Essa identificação foi feita respondendo a questões da “árvore decisória” (anexo 13), de acordo com a SBCTA (1995) e IDFA (1996).

D) Propostas de medidas de controle nutricional (MCN)

Com base nos perigos nutricionais (PN) e PCN para perdas de vitamina C foram propostas MCN para minimizá-las nas hortaliças utilizadas nos restaurantes. A vitamina C, por ser uma das vitaminas mais susceptíveis a perdas em alimentos, foi utilizada como um indicador de perigo na perda de vitaminas durante as etapas de manipulação das hortaliças nos restaurantes.

E) Definição dos critérios de controle nutricional (CCN)

Os CCN tiveram embasamento na literatura especializada e foram baseados em fatores como tempo e temperatura de estocagem e de cocção, relação água/alimento, presença de luz e oxigênio, entre outros que pudessem influenciar a estabilidade da vitamina C.

F) Definição dos procedimentos de monitoramento

Os procedimentos de monitoramento foram contínuos e realizados através de medidas dos parâmetros que representam os CCN propostos.

4.6. Condições de Preparação e Coleta das Amostras

Na primeira etapa do estudo, as hortaliças foram preparadas nos restaurantes selecionados de acordo com a rotina de produção de cada estabelecimento. O teor de vitamina C de cada hortaliça estudada foi analisado antes e após o preparo das mesmas, possibilitando a análise do conteúdo de vitaminas em condições usuais de preparação e consumo.

A coleta das amostras foi feita aleatoriamente, no ato da recepção e durante a distribuição das refeições (após 90 minutos de exposição, simulando o tempo médio de exposição utilizado pelos restaurantes). Coletou-se, em média, 50 gramas de cada hortaliça, em três dias diferentes, caracterizando três repetições. Após coletadas, as amostras foram embaladas em sacos plásticos, retirando-se o excesso de ar, envolvidas em papel alumínio, identificadas, colocadas em caixas de isopor e levadas para o Laboratório de Análise de Vitaminas do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa. No laboratório, foram armazenadas em geladeira, a aproximadamente 5°C, até o momento da extração, o que ocorreu após vinte e quatro horas, no máximo. As análises cromatográficas foram realizadas logo após a extração. A determinação de sólidos totais foi realizada em, no máximo, dois dias.

Na segunda etapa da pesquisa, foram adotadas as medidas de controle nutricional propostas para preparação das hortaliças estudadas. No restaurante institucional, devido ao grande número de refeições, foi feita uma adoção das medidas para atender 10% do total de refeições servidas no almoço ou jantar. No restaurante comercial as medidas de controle nutricional foram aplicadas levando-se em consideração o número total de refeições servidas. Foram, então, coletadas novas amostras de hortaliças (três repetições) e feitas novas análises do teor de vitamina C, para verificar se as medidas de controle nutricional foram eficientes na preservação dessa vitamina.

4.7. Análise da Vitamina C nas Hortaliças por CLAE

4.7.1. Extração da Vitamina C

A extração da vitamina nas hortaliças foi baseada no método proposto por Giannakourou e Taoukis (2003) com algumas modificações.

Removeu-se as partes não comestíveis das hortaliças, como pedúnculos e folhas velhas e danificadas; lavou-se em água corrente e secou-se em papel toalha (somente as hortaliças *in natura*). Para obter uma amostragem significativa, aproximadamente 50 g de cada hortaliça foi fatiada, em pequenos pedaços (para facilitar a trituração), utilizando uma faca de modelo doméstico. O material foi homogeneizado, antes da pesagem em balança analítica.

O procedimento de extração, seguiu as seguintes etapas:

- Pesaram-se, aproximadamente, 5 g da amostra, anotando-se o peso exato;
- Adicionaram-se 15 mL de ácido metafosfórico a 4,5%. As amostras foram trituradas em microtriturador e filtradas a vácuo;
- O filtrado foi diluído em água Milli-Q[®] até completar 25 mL e homogeneizado.
- As amostras foram centrifugadas por 15 minutos a 4000 rpm.
- Uma alíquota do sobrenadante foi passada através de unidades filtrantes com porosidade de 0,45 µm e estocada em vidros âmbar, entre 0 e 5°C, por no máximo 2 horas, até análise cromatográfica.
- 30 µL de cada amostra foram injetados na coluna cromatográfica para análise.

Todas as operações foram realizadas sem a incidência direta de luz solar e artificial, utilizando luminosidade suficiente apenas para o manuseio seguro das amostras e instrumentação. Foram utilizadas vidrarias âmbar ou revestidas por papel alumínio.

4.7.2. Determinação das Condições Cromatográficas

Foram testados diferentes composições e concentrações para fase móvel, vazão de fluxo e o comprimento de onda de maior sensibilidade do detector para avaliar a eficiência da separação cromatográfica da vitamina.

Testou-se, inicialmente, uma fase móvel contendo água Milli-Q[®] e ácido metafosfórico com pH ajustado para 2,2 (GIANAKOUROU e TAOUKIS, 2003). Visando uma melhor separação da vitamina C, as condições cromatográficas foram ajustadas de acordo com Silva (2004), adicionando-se à fase móvel, contendo água Milli-Q[®] e ácido metafosfórico, diferentes concentrações de acetonitrila (10, 15 e 20%). Adicionou-se o íon par, tetrabutilamônio brometo, em duas concentrações (5 e 10 mM). As porcentagens dos reagentes na fase móvel e um fluxo de 0,8 e 1,0 mL/minuto foram testados na tentativa de otimizar a resolução.

Após a otimização, as seguintes condições cromatográficas foram selecionadas para as análises:

- Coluna Microsorb RP18 5µm, com 250mm de comprimento e 4mm de diâmetro interno;
- Detector de arranjos de foto-diodos UV-Visível; detecção a 238 nm;
- Fase móvel composta por 80% de água Milli-Q[®] (pH ajustado para 2,2 com ácido metafosfórico); 20% de acetonitrila; 10mM de tetrabutilamônio brometo;
- Vazão da fase móvel (fluxo): 1,0 mL/minuto
- Tempo de corrida : entre 10 a 15 minutos para as amostras e 5 minutos para os padrões

A identificação da vitamina C nas amostras de hortaliças foi feita comparando-se os tempos de retenção obtidos para o padrão (ácido L-ascórbico) e para as amostras, analisados sob as mesmas condições. Além disso, foram comparados os espectros de absorção do padrão e do pico de interesse nas amostras, utilizando o detector de arranjos de diodos. Fez-se, também, a comparação com dados da literatura, para verificar a coerência dos dados.

Para a análise quantitativa da vitamina C utilizou-se, padronização externa.

4.7.3. Preparo do Padrão Vitamínico e da Curva-Padrão

Utilizou-se ácido L-ascórbico como padrão. Baseado em Vinci et al. (1995), para a solução padrão estoque pesou-se aproximadamente 50 mg do padrão em balança analítica e diluiu-se em 50 mL de água Milli-Q®, obtendo-se uma concentração em torno de 1 mg/mL. A solução padrão estoque foi utilizada diariamente na análise qualitativa das amostras.

A solução estoque foi diluída a fim de se obter concentrações comparáveis aos teores encontrados nas amostras. Transferiu-se uma alíquota de 1 mL da solução padrão estoque para um balão volumétrico de 50 mL e completou-se o volume com água Milli-Q® (solução padrão intermediária 1, concentração aproximada de 20 µg/mL). Para obter a solução padrão intermediária 2, transferiu-se uma alíquota de 1 mL da solução padrão intermediária 1 para um balão volumétrico de 5 mL e completou-se o volume com água Milli-Q® (concentração em torno de 4 µg/mL)

Para construção da curva-padrão, as soluções padrão foram filtradas através de unidades filtrantes com 0,45 µm, antes da análise cromatográfica. Injetaram-se, em triplicata, volumes de 5 e 15 µL da solução padrão estoque e 15 e 30 µL da solução padrão intermediária 2. Os resultados obtidos foram utilizados para construção da curva-padrão, sendo feita uma correlação linear entre as áreas dos picos e as concentrações injetadas. A equação de regressão linear obtida foi utilizada para quantificar o conteúdo vitamínico nas amostras de hortaliças estudadas.

As concentrações reais das soluções foram corrigidas de acordo com a pureza do padrão, cuja quantificação foi realizada por espectrofotometria a 243,8 nm, em solução tampão fosfato 0,1M pH 2,0, utilizando-se o coeficiente de absorvidade molar ($E_{1\text{cm}}^{1\%}$) = 560 (BALL, 1994). Para cálculo da pureza e concentração real do padrão (C_{Real}), utilizou-se a seguinte equação:

$$C_{\text{Real}} (\mu\text{g/mL}) = \text{Absorvância máxima} \times 10^4 / E_{1\text{cm}}^{1\%}$$

4.7.4. Determinação dos Sólidos Totais

O teor de umidade das amostras foi determinado de acordo com o método descrito por Kawashima e Soares (2003) para folhosos. As

determinações foram conduzidas utilizando-se o binômio tempo e temperatura (105°C/2h) a exemplo de Guinazi (2004). O teor de umidade foi obtido após secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar, seguida por resfriamento em dessecador (mínimo duas horas) e pesagem.

Utilizou-se a seguinte equação para cálculo da umidade nas amostras:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = (\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}) / \text{Peso úmido} \times 100$$

O teor de sólidos totais foi determinado por diferença entre o conteúdo total da amostra e o teor de umidade.

4.7.5. Determinação da Faixa de Linearidade

A faixa de linearidade foi testada utilizando-se as condições cromatográficas otimizadas neste estudo. Foram feitas injeções, em triplicata, de volumes crescentes (5 a 50 µL) da solução padrão. A linearidade foi determinada a partir dos resultados obtidos para as áreas dos picos e suas respectivas concentrações, efetuando-se uma análise de regressão linear. A avaliação da linearidade foi feita pelo coeficiente de correlação (R^2) obtido (ALBALÁ-HURTADO et al., 1997).

4.7.6. Análise da Recuperação do Padrão Vitamínico

Utilizando-se os procedimentos de extração e as condições cromatográficas otimizadas neste estudo, foram feitos testes de recuperação adicionando-se concentrações conhecidas do padrão de vitamina C em amostras de cenoura cozida, couve-flor cozida, repolho e tomate crus.

Para a avaliação e determinação da recuperação, as amostras foram cuidadosamente homogeneizadas e pesadas em dois tubos, de forma a obter duas alíquotas semelhantes. A uma das amostras adicionou-se o padrão em concentração suficiente para representar cerca de 50% do conteúdo vitamínico original de cada vegetal analisado, sendo o outro tubo utilizado como controle. Em seguida, os dois tubos de cada amostra foram submetidos aos processos de extração e análise. Todos os procedimentos foram realizados em duplicata e as amostras, também, injetadas em

duplicata. Os valores de recuperação foram obtidos a partir da diferença percentual entre os teores analisados e os adicionados.

Os valores percentuais de recuperação foram obtidas a partir da seguinte equação:

% de Recuperação: $(\text{Teor final do composto} - \text{Quantidade do composto adicionado}) / (\text{Teor inicial}) \times 100$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização dos Restaurantes Selecionados

O restaurante institucional é público, de gestão própria, com cardápio de padrão popular. Conta com nutricionistas e economistas domésticos no seu quadro de pessoal. No ano de 2004 foi iniciada a implementação do Manual de Boas Práticas de Preparação, sendo que os funcionários passaram por treinamentos diversos. Neste restaurante, o pedido de compras de hortifrutigranjeiros é semanal, com exceção dos vegetais folhosos, que são pedidos de acordo com a necessidade do cardápio. Os vegetais folhosos são fornecidos por produtor rural do município e as demais hortaliças são oriundas do Ceasa, MG.

O restaurante comercial é do tipo *self-service* por peso. O padrão do cardápio é médio, com grande variedade de saladas de vegetais crus e cozidos que são oferecidos diariamente. Nesta UAN não são feitos treinamentos periódicos com os funcionários do setor, nem há responsável técnico. O pedido de compras é feito de acordo com a necessidade do cardápio. As hortaliças folhosas são recebidas todos os dias, sendo as demais recebidas duas vezes por semana. Os vegetais folhosos são fornecidos por produtor da região e as demais hortaliças são compradas do mercado local, que por sua vez compra do Ceasa, MG.

O Quadro 5.1 apresenta as principais informações sobre os restaurantes colaboradores deste estudo.

Quadro 5.1. Principais Informações sobre os Restaurantes Colaboradores.

Restaurante	Nº. de Refeições Diárias	Nº de Funcionários	Horário de Distribuição	Classificação
Institucional	7.000	102	Almoço: 10:30 às 13:00h; Jantar: 17:30 às 19:00h	Grande porte
Comercial	200	15	Almoço: 11:00 às 14:00h	Pequeno porte

5.2. CONTROLE DE PERDAS DE VITAMINA C NAS HORTALIÇAS

5.2.1. Descrição dos Procedimentos Operacionais

As condições de recepção, estocagem, preparo e distribuição das hortaliças estão descritas nos Quadros 5.2 e 5.3.

Quadro 5.2. Condições de transporte, recepção e armazenamento de hortaliças nos restaurantes comercial e institucional de Viçosa, MG.

Hortaliça	Restaurantes	
	Institucional	Comercial
Alface, chicória e couve	Transporte em caminhonete aberta, acondicionamento em caixas de polietileno cobertas. Geralmente colhidas 1h antes da entrega, aparentemente em boas condições. Recepção com um dia de antecedência ao preparo. Após a recepção, armazenamento por $\pm 3h$ a 20-27°C, até higienização e armazenamento a 15-17°C por $\pm 15h$.	Transporte em caminhonete aberta, acondicionamento em caixas de polietileno destampadas. Geralmente, colhidos 1h antes do transporte, aparentemente em boas condições. Recepção com um ou dois dias de antecedência ao preparo. Espera por $\pm 3h$ até a higienização a 20-27°C. Em seguida, estocagem a 15°C em recipientes de polietileno tampados por $\pm 24h$.
Cenoura	Transporte em caminhão baú fechado, não climatizado, por 6 às 24h. Temperatura no interior do caminhão: 24 a 30°C. Aparentemente, boas condições. Armazenamento a 8-10°C por uma semana.	Transporte do Ceasa, MG para o fornecedor local em caminhão aberto, armazenamento em caixas de madeira cobertas. Do fornecedor local para a UAN, transporte em sacos plásticos transparentes. Aparentemente em boas condições. Armazenamento em caixas de polietileno vazadas a 20-27°C por 3 a 4 dias.
Couve-flor	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Algumas vezes apresentava, aparentemente, condições ruins (injúrias). Armazenamento a 8-10°C por três dias.	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Algumas vezes apresentava, condições aparentes ruins (injúrias).
Repolho	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. Aparentemente em boas condições.	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Aparentemente em boas condições. Armazenamento a 15-17°C por dois a três dias.
Tomate	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. Aparentemente em boas condições. Tomates verdes: armazenamento na estocagem seca.	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. Geralmente apresentava, aparentemente, boas condições.

Quadro 5.3. Condições de higienização, preparo e distribuição de hortaliças nos restaurantes comercial e institucional de Viçosa, MG.

Hortaliça	Restaurantes	
	Institucional	Comercial
Alface, chicória e couve	Lavagem folha a folha e sanitização com imersão em água clorada 150 ppm (10-80 minutos). Fatiamento a faca, com exceção da couve, no fatiador elétrico. Armazenadas em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°C), por 1 às 2h, até o início da distribuição.	Higienização em água corrente. Fatiamento a faca. Armazenamento por ± 1h a 20-27°C até o início da distribuição.
Cenoura	Descascamento mecânico, armazenamento por ± 15h a 15-17°C, até a sanitização (150 ppm de cloro). Tempo de sanitização não monitorado (10 a 70 minutos). Ralada mecanicamente e armazenamento em <i>pass-through</i> por ± 3h até a distribuição. Cenoura cozida: cozida inteira por imersão em água, em panelão americano (capacidade de 300 litros) por 35-50 minutos a 98°C; colocada em imersão antes que a água entrasse em ebulição. Resfriamento em temperatura ambiente, fatiamento mecânico em cubos e armazenamento em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°C).	Descascamento manual, imersão em água por ± 17h. Lavagem em água corrente. Ralada manualmente e armazenamento em temperatura ambiente por ± 3 h até a distribuição. Cenoura cozida: cozida picada em cubos por 30 minutos a 98°C; por imersão em água (panela com capacidade de 4,5L). Colocada em imersão antes que a água entrasse em ebulição. Resfriamento e armazenamento a 20-27°C até a distribuição por ± 3 horas.
Couve-flor	Retirada de partes não comestíveis, corte em floretes. Higienização e sanitização (10-50 minutos). Cocção, por imersão em água, por 15 a 20 minutos a 98°C; colocada para cozinhar antes que a água entrasse em ebulição. Resfriamento a 20-27°C por ± 40 minutos. Armazenamento em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°) por ± 3h até a distribuição.	Retirada de partes não comestíveis, corte em floretes. Higienização em água corrente. Cocção por 15 a 20 minutos à 98°C. A couve-flor é colocada para cozinhar antes que a água entre em ebulição. Resfriamento e armazenamento a 20-27°C ± 2h até a distribuição.
Repolho	Retirada de partes não comestíveis, cortado em 4 partes e higienizado em água corrente. Fatiamento em tiras no fatiador elétrico. Armazenamento em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°) por ± 3h, até a distribuição.	Retirada de partes não comestíveis, fatiamento em tiras utilizando ralador manual. Armazenamento a 20-27°C por ± 3h até a distribuição.
Tomate	Retirada de partes não comestíveis. Higienização e sanitização (10-45 minutos). Fatiamento em rodela manualmente com auxílio de faca. Armazenado em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°C) ± 2h até a distribuição.	Retirada de partes não comestíveis. Higienização em água corrente com auxílio de bucha. Fatiamento em rodela com auxílio de faca. Armazenamento a 20-27°C por ± 3h até a distribuição.

5.2.2. Identificação das Etapas Relacionadas a Perdas de Vitamina C e dos Pontos de Controle, Definição de Critérios, Medidas de Controle Nutricional e de Monitoramento.

As análises das etapas de recebimento das hortaliças, condições de estocagem, preparo e distribuição foram feitas considerando cada hortaliça separadamente. Foram identificadas as etapas do processo onde perigos significativos para perdas de vitamina C pudessem ocorrer. A esses perigos foram associadas medidas para controlar as perdas da vitamina nas hortaliças e suas respectivas formas de monitoração (Quadros 5.4. a 5.15).

A adoção das medidas de controle nutricional foi realizada experimentalmente nos restaurantes, valendo-se da metodologia característica do sistema APPCC, para avaliar as perdas de vitamina C nas amostras, antes e após a adoção dessas medidas.

Quadro 5.4. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de alface, chicória e couve no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor e à incidência de luz solar.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem à temperatura ambiente ($\pm 3h$)	Degradação pelo calor e incidência de luz artificial.	Sim	Armazenagem fria	Armazenamento a 15°C	Verificar temperatura da ante-câmara.
Higienização/sanitização	Perda por lixiviação, devido ao tempo prolongado em contato com a água.	Sim	Lavagem das folhas por lote. Reduzir volume de água e tempo de imersão.	Imersão: volume de água suficiente para cobrir as folhas (medida de um dedo) por 10 min. (150 ppm de cloro)	Medição do tempo e volume de água.

Quadro 5.5. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura crua ralada no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda por oxidação.	Não	Não se aplica	-	-
Retirada de cascas	Perda por exposição ao ar.	Sim	Descascamento o mais próximo possível do preparo e distribuição.	20 minutos antes do preparo e 1h antes da distribuição	Controle de tempo.
Higienização/sanitização	Perda por lixiviação.	Sim	Reduzir volume de água e tempo de imersão.	Imersão: volume de água suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm) por 10 min (150 ppm de cloro)	Medição de tempo e volume de água.

Quadro 5.6. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura cozida no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN		PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda exposição calor.	por ao	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda oxidação.	por	Não	Não se aplica	-	-
Retirada de cascas	Perda exposição ao ar.	por	Sim	Descascamento o mais próximo possível do preparo e distribuição.	20 minutos antes do preparo e 1h antes da distribuição	Controle de tempo.
Higienização/sanitização	Perda lixiviação.	por	Sim	Reduzir volume de água e tempo de imersão.	Imersão: volume de água suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm) por 10 min (150 ppm de cloro)	Medição de tempo e volume de água.
Cocção	Perda lixiviação elevada temperatura.	por e	Sim	Cocção após a água entrar em ebulição.	Tempo de cocção: 30 min a 100°C. O volume de água deve ser suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm)	Medição de tempo, temperatura e volume de água.

Quadro 5.7. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de couve-flor cozida no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN		PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda exposição calor.	por ao	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda oxidação.	por	Não	Não se aplica	-	-
Corte	Perda exposição ao ar.	por	Sim	Corte o mais próximo possível do preparo e distribuição.	20 minutos antes do preparo e 1h antes da distribuição	Controle de tempo.
Higienização/sanitização	Perda lixiviação.	por	Sim	Reduzir volume de água e tempo de imersão.	Imersão: volume de água suficiente pra cobrir as hortaliças (1,5 cm) por 10 min (150 ppm de cloro)	Medição de tempo e volume de água.
Cocção	Perda lixiviação elevada temperatura.	por e	Sim	Cocção após a água entrar em ebulição.	Tempo de cocção: 10 min a 100°C. O volume de água deve ser suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm)	Medição de tempo, temperatura e volume de água.

Quadro 5.8. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de repolho no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não	Não se aplica	Não se aplica	-
Estocagem	Perda por oxidação.	Não	Não se aplica	Não se aplica	-

Quadro 5.9. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de tomate no restaurante institucional.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não			
Estocagem	Perda por oxidação.	Não			
Higienização/sanitização	Perda por lixiviação.	Sim	Reduzir volume de água e tempo de imersão	Imersão: volume de água suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm) por 10 min (150 ppm de cloro)	Medição de tempo e volume de água.

Quadro 5.10. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de alface, chicória e couve no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor e a luz solar.	Não	Não se aplica		-
Estocagem em temperatura ambiente (20-25°C) por ± 3h.	Degradação pelo calor e incidência de luz artificial.	Sim	Armazenagem fria	Armazenamento a 15°C	Medição de temperatura.
Fatiamento	Perda por exposição ao ar e à luz.	Sim	Fatiamento próximo ao horário de distribuição.	Tempo entre o preparo e distribuição: 30 minutos.	Medição de tempo.
Espera até a distribuição	Perda por exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Armazenagem fria.	Armazenamento a 15°C.	Medição de temperatura.

Quadro 5.11. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura crua ralada no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda por exposição ao ar e calor.	Sim	Armazenagem fria.	Armazenamento a 15°C.	Medição de temperatura.
Imersão da hortaliça descascada por \pm 15h.	Perda por lixiviação.	Sim	Descascamento próximo ao preparo	Descascamento 10 minutos antes do preparo.	Medição de tempo.
Espera até a distribuição	Perda por exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Armazenagem fria. Redução do tempo entre preparo e distribuição.	Armazenamento a 15°C. Tempo entre preparo e distribuição: 1 h.	Medição de tempo e temperatura.

Quadro 5.12. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de cenoura cozida no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda por exposição ao ar e calor.	Sim	Armazenagem fria.	Armazenamento a 15°C.	Medição de temperatura.
Imersão em água da hortaliça descascada por ± 15h.	Perda por lixiviação.	Sim	Descascamento próximo ao preparo	Descascamento 10 minutos antes do preparo.	Medição de tempo.
Cocção	Perda por lixiviação e calor.	Sim	Cocção da cenoura inteira após a água entrar em ebulição.	Tempo de cocção: 30 min a 100°C. O volume de água deve ser suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm)	Medição de temperatura e volume de água.
Espera até a distribuição	Perda por exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Armazenagem fria. Redução do tempo entre preparo e distribuição.	Armazenamento a 15°C. Tempo entre preparo e distribuição: 1 h.	Medição de tempo e temperatura.

Quadro 5.13. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de couve-flor cozida no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda por exposição ao calor.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda por exposição ao ar e calor.	Não	Não se aplica	-	-
Cocção	Perda por lixiviação e calor.	Sim	Reduzir tempo de cocção e volume de água. Cocção após a água entrar em ebulição.	Tempo de cocção: 10 min a 100°C. O volume de água deve ser suficiente para cobrir as hortaliças (1,5 cm)	Medição de tempo, temperatura e volume de água.
Espera até a distribuição	Perda por exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Armazenagem fria. Redução do tempo entre preparo e distribuição.	Armazenamento a 15°C. Tempo entre preparo e distribuição: 1 h.	Medição de tempo e temperatura.

Quadro 5.14. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de repolho no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda pelo calor.	Não	Não se aplica	-	-
Espera até a distribuição	Perda por exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Corte próximo ao horário de distribuição. Armazenagem fria.	Armazenamento a 15°C. Tempo entre preparo e distribuição: 30 min.	Medição de tempo e temperatura.

Quadro 5.15. Descrição de PN associados a perdas de vitamina C, PCN, MCN, CCN e monitoramento nas etapas de preparo de tomate no restaurante comercial.

Etapa do processo	PN	PCN	MCN	CCN	Monitoramento
Transporte	Perda pelo calor.	Não	Não se aplica	-	-
Estocagem	Perda pela exposição ao ar e temperatura inadequada.	Sim	Armazenagem fria	Armazenamento a 15°C.	Monitoramento da temperatura de refrigeração.
Espera até a distribuição	Perda de vitamina por oxidação.	Sim	Corte próximo à distribuição. Armazenagem fria.	Armazenamento a 15°C. Tempo entre preparo e distribuição: 30 min.	Controle do tempo de preparo e da temperatura de refrigeração.

Observou-se que após a recepção das hortaliças folhosas no restaurante institucional, estas ficavam expostas por tempo prolongado (\pm 3h) à temperatura ambiente (20-27°C) esperando para serem higienizadas. Uma das medidas de controle adotada durante a simulação foi armazenar essas hortaliças sob refrigeração (15°C) até o momento da sua higienização. As demais hortaliças permanecem sempre estocadas na armazenagem fria (8-10°C), o que pode contribuir para redução das perdas de vitaminas.

No restaurante comercial, a cenoura e o tomate ficam estocados na armazenagem seca. Já as outras hortaliças são armazenadas em geladeira a 15°C. Sabe-se que o armazenamento prolongado em temperatura ambiente aumenta as chances de perdas de vitaminas em hortaliças.

Um dos pontos mais importantes, que foi observado nos dois restaurantes, foi a falta de monitoramento da temperatura e do tempo de cocção, bem como do tempo de imersão e volume de água.

Verificou-se diferenças entre os processos de preparo das hortaliças, nos dois restaurantes (Quadro 5.3). Por exemplo, no restaurante comercial as hortaliças não são sanitizadas, enquanto no restaurante institucional todas as hortaliças são tratadas com sanitizante, com exceção do repolho e da cenoura cozida, que são apenas lavados em água corrente.

Uma preocupação durante este estudo foi tentar aliar a preservação das vitaminas nas hortaliças à segurança microbiológica. Por isso, ao propor as medidas de controle nutricional para minimizar as perdas de vitaminas, incluiu-se a etapa de sanitização das hortaliças no restaurante comercial.

Um erro comum aos dois restaurantes refere-se à cocção de cenoura e couve-flor. As hortaliças são colocadas para cozinhar antes que a água entre em ebulição, elevando as chances de perdas por lixiviação e pelo calor. Ainda, no restaurante comercial, a cenoura é cozida já fatiada, expondo ainda mais o alimento a condições de perdas da vitamina.

O restaurante institucional apresenta uma vantagem em relação ao comercial, que se refere à armazenagem da hortaliça pronta em *pass-through* refrigerado (5-8°C). Por outro lado, no restaurante comercial as

hortaliças ficam expostas ao ar, incidência de luz e calor, por até 3 horas, antes da distribuição.

5.3. ANÁLISE QUALITATIVA DA VITAMINA C

A Figura 5.1 mostra um cromatograma típico obtido da solução padrão de ácido ascórbico.

As Figuras de 5.2 a 5.11 mostram perfis cromatográficos típicos das amostras analisadas neste trabalho. Observa-se que o método de extração resultou em extratos com quantidades reduzidas de compostos interferentes, facilitando a separação do componente de interesse. As condições cromatográficas utilizadas permitiram uma boa resolução do ácido ascórbico, o que assegurou uma quantificação segura da vitamina nas amostras.

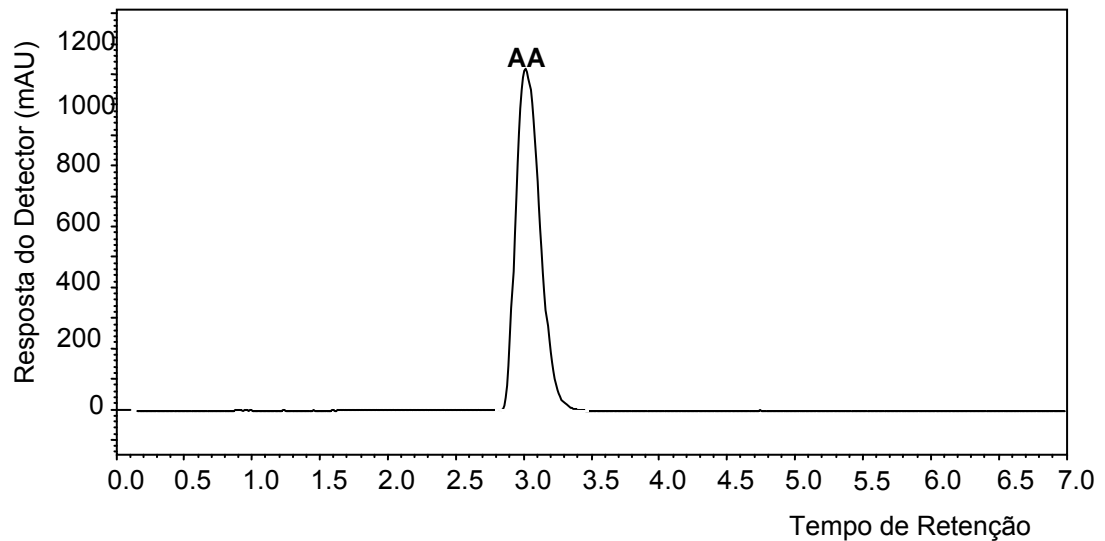


Figura 5.1. Análise por CLAE do padrão de ácido ascórbico. Condições cromatográficas: Fase móvel: 80% de água Milli-Q[®] (pH ajustado para 2,2 com ácido metafosfórico) + 20% de acetonitrila + 10 mM de tetrabutilamônio brometo; coluna Microsorb RP18; detector de arranjos de foto-diodos UV-Visível (detecção a 238 nm); vazão 1mL/min; volume de injeção 15 µL.

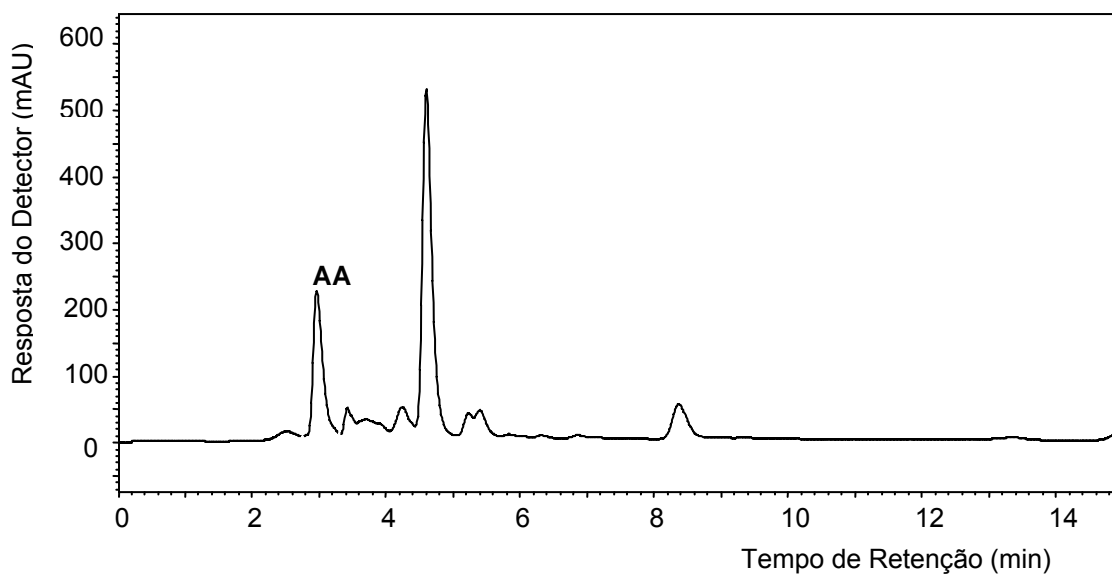


Figura 5.2. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de alface. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico.

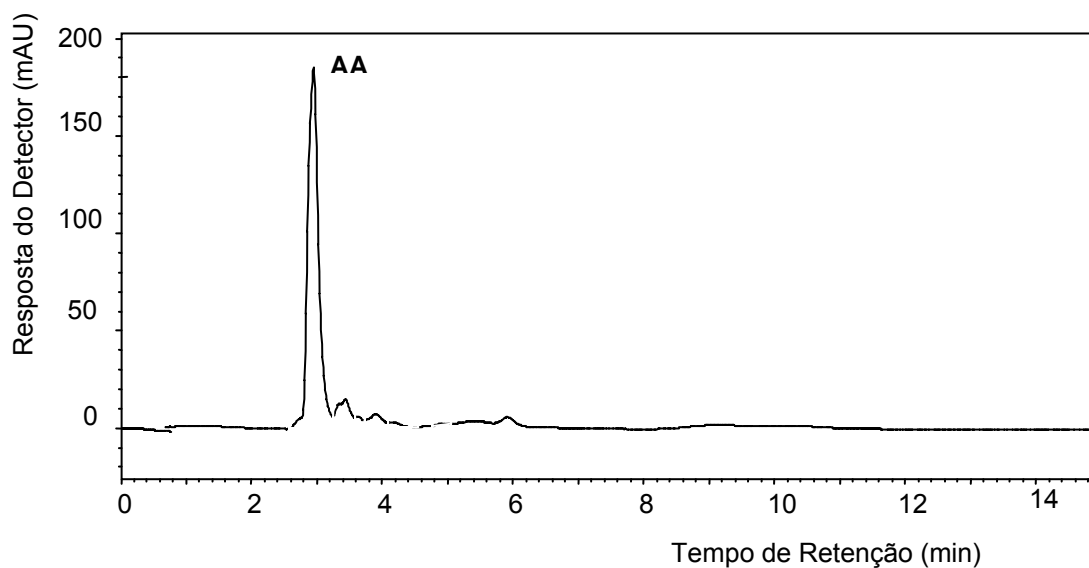


Figura 5.3. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de cenoura crua ralada. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico.

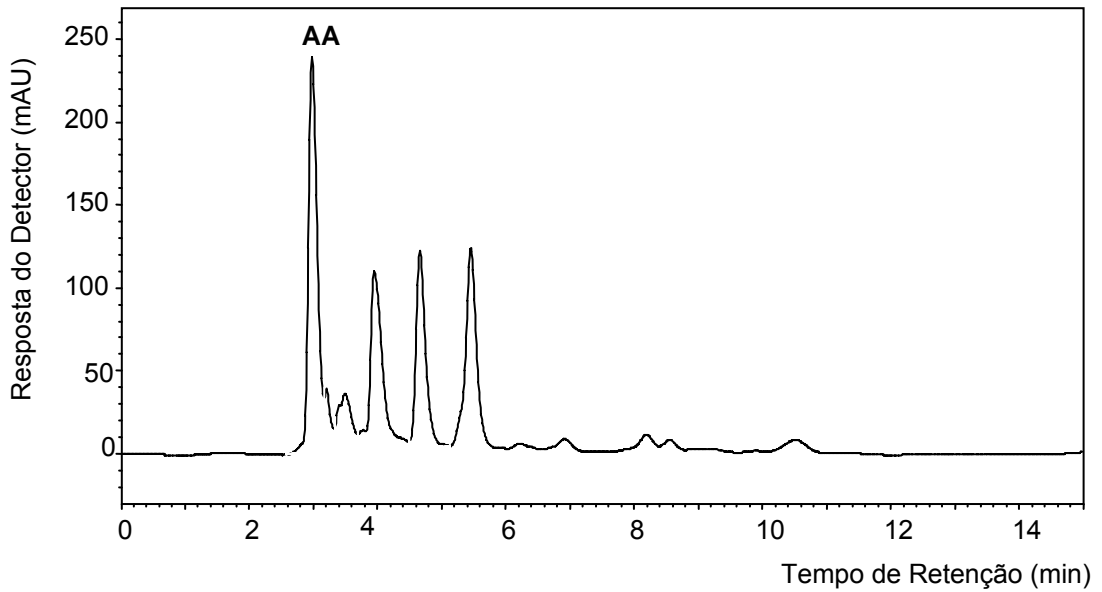


Figura 5.4. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de chicória crua. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico.

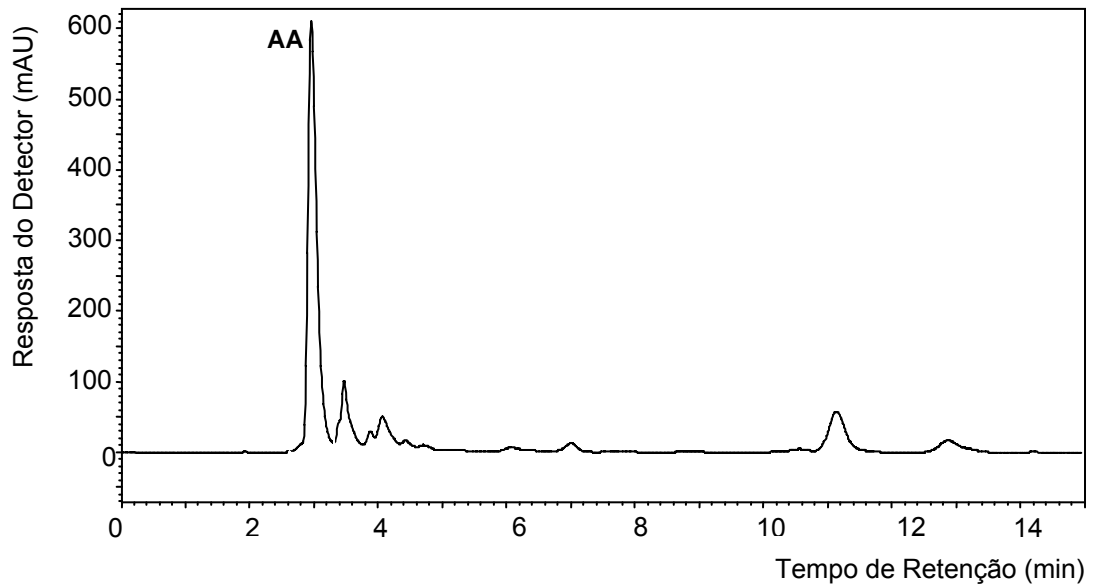


Figura 5.5. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de repolho cru. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico

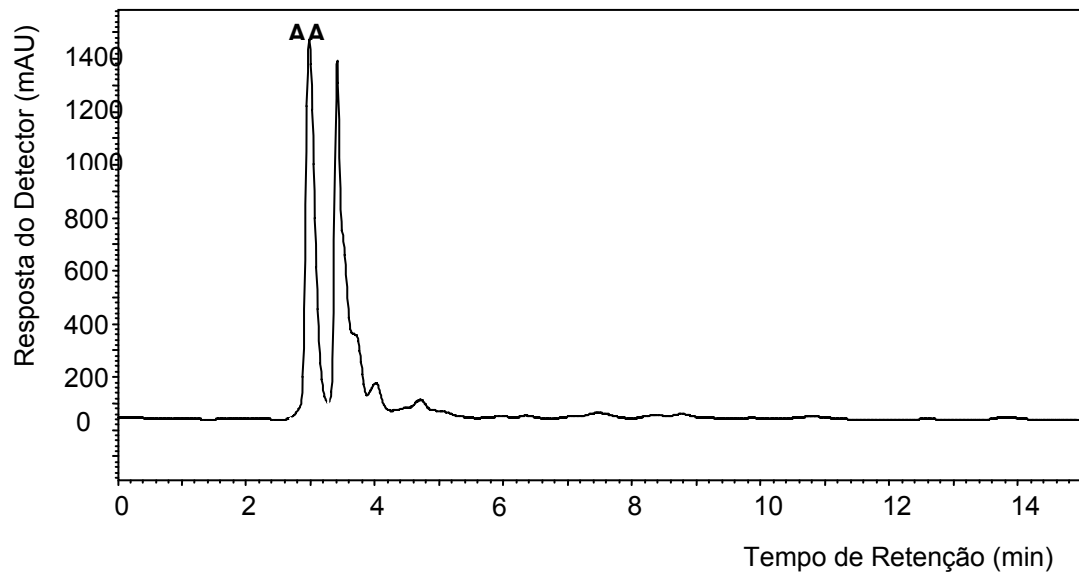


Figura 5.6. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve crua. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico.

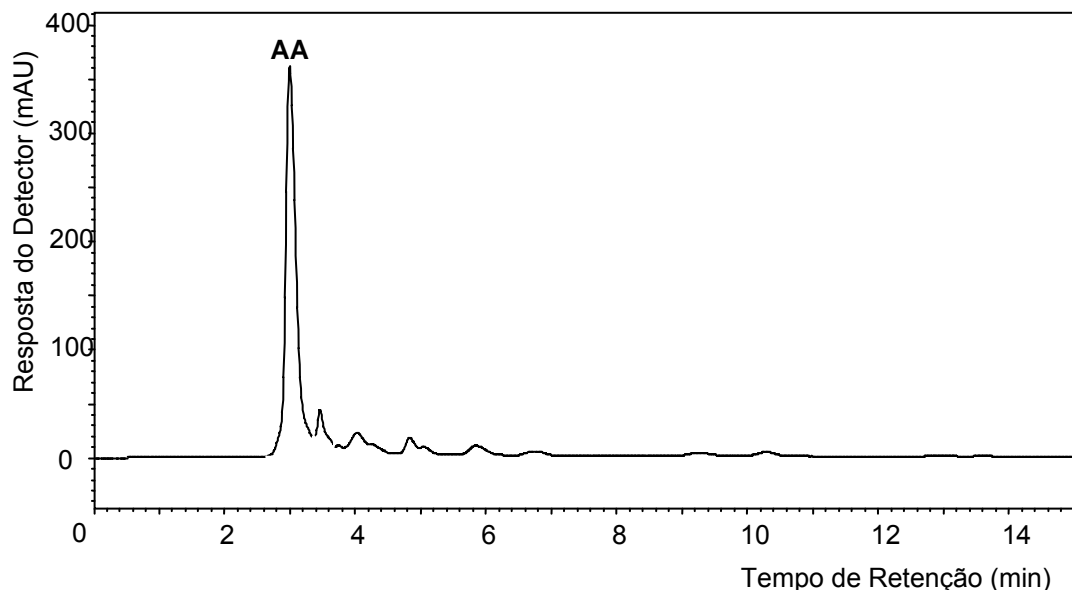


Figura 5.7. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de tomate cru. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico.

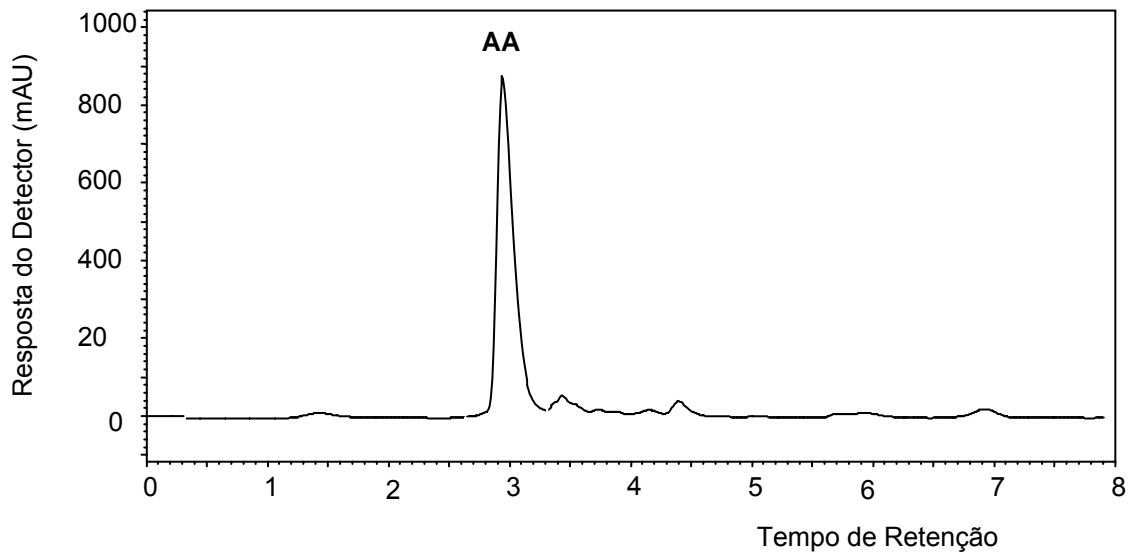


Figura 5.8. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve-flor crua. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico

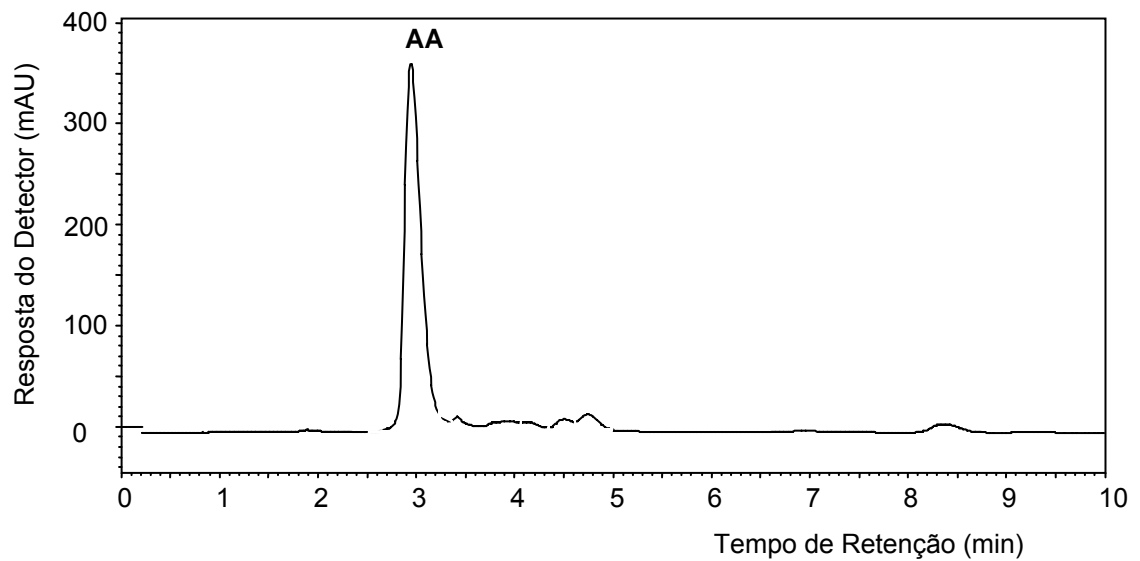


Figura 5.9. Análise por CLAE de ácido ascórbico em amostra de couve-flor cozida. Condições cromatográficas conforme Figura 5.1. Volume de injeção: 30 μ L. AA = ácido ascórbico

Os dados qualitativos são coincidentes com os encontrados na literatura, de que a vitamina C ocorre naturalmente nos vegetais, sob a forma reduzida do ácido ascórbico (AA) (LEE e KADER, 2000; GÖKMEN et al., 2000).

Comparando-se o cromatograma da couve-flor crua com a cozida, percebe-se uma redução da área do pico do ácido ascórbico, indicando uma possível perda por lixiviação e alta temperatura e confirmando sua alta solubilidade e sensibilidade ao calor (GABAS et al., 2003).

A análise qualitativa foi feita não somente pela comparação do tempo de retenção do padrão com a amostra, mas também pela sobreposição dos espectros de absorção do padrão com cada amostra. O detector de arranjos de foto-diodos forneceu informações espectrais que foram importantes na identificação do ácido ascórbico nas amostras (FURUSAWA, 2001).

O espectro de absorção característico do ácido ascórbico (Figura 5.10) está de acordo com o descrito na literatura (BALL, 1994).

A Figura 5.11 mostra um exemplo de sobreposição dos espectros de absorção do padrão vitamínico utilizado e amostra de couve crua.

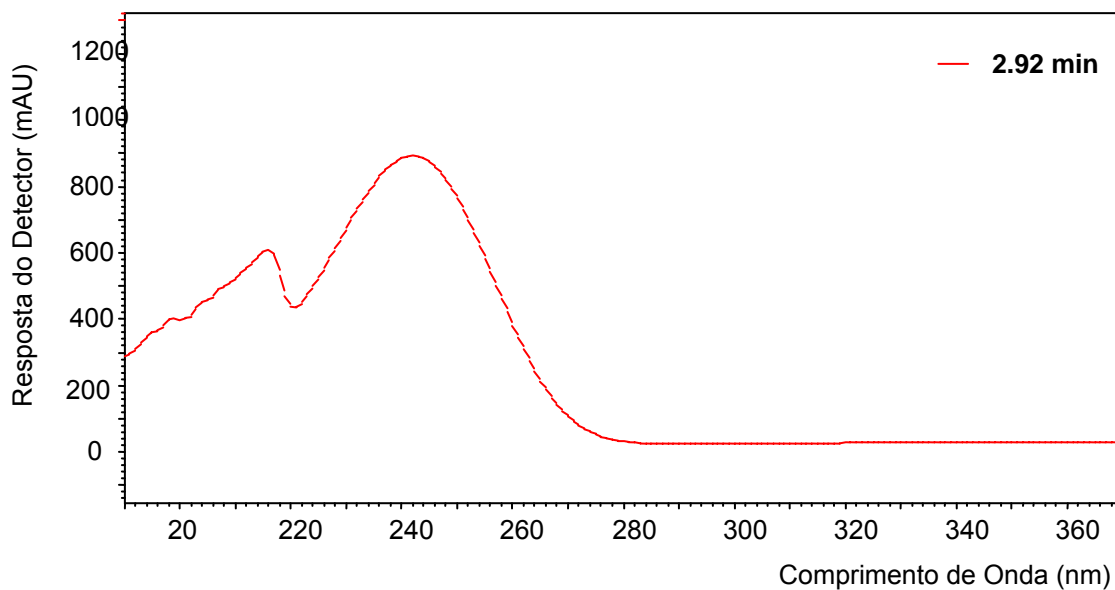


Figura 5.10. Perfil espectral do pico de ácido ascórbico.

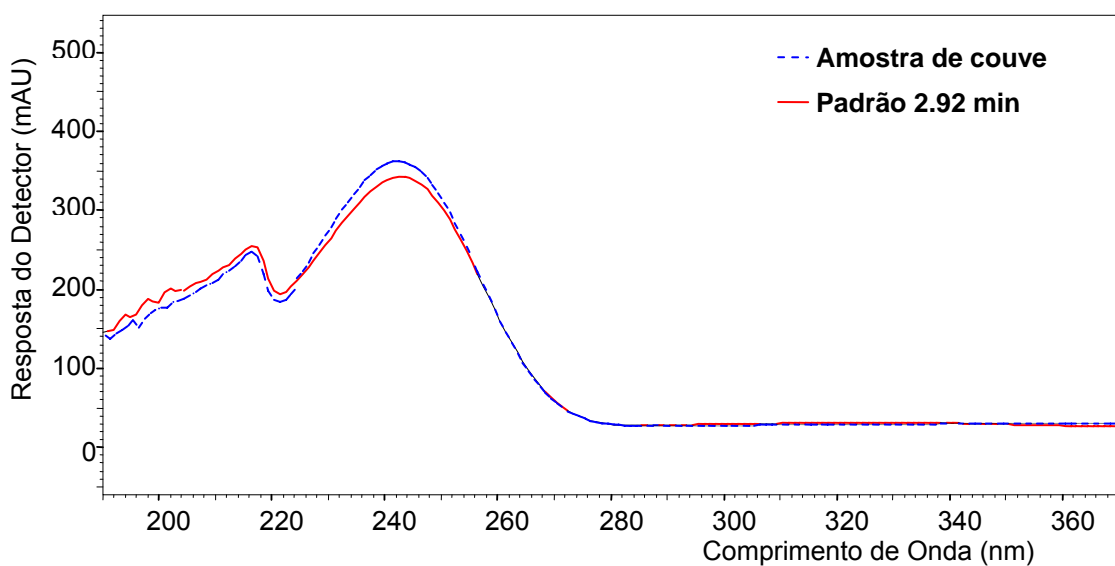


Figura 5.11. Sobreposição dos espectros de absorção do padrão de ácido ascórbico e amostra de couve crua analisados pelo detector de arranjos de diodos.

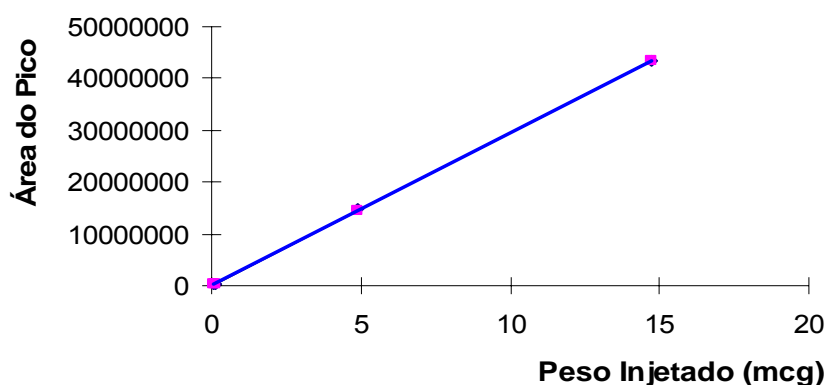
5.4. ANÁLISE QUANTITATIVA DA VITAMINA C

5.4.1. Curva Padrão para Determinação de Vitamina C

Para quantificar adequadamente o teor de vitamina C (na forma de ácido ascórbico) nas amostras, foi necessário verificar a pureza do padrão do ácido L-ascórbico.

A pureza encontrada foi de 95,46%. As concentrações reais das soluções padrão utilizadas para quantificar a vitamina C foram de 0,96 mg/mL para solução padrão estoque, 19,24 µg/mL para a solução padrão intermediária 1 e de 4,032 µg/mL para a solução padrão intermediária 2.

A curva padrão obtida através da correlação entre os pesos do padrão vitamínico injetados e as áreas dos picos correspondentes, bem como as equações de regressão linear, estão apresentados na Figura 5.12.



$$Y = 2939866,741 X + 53900,447 \quad R^2 = 0,9999$$

Y = área do pico X = peso de ácido ascórbico injetado

Figura 5.12. Curva Padrão de ácido ascórbico (traçada com valores médios das análises em triplicata).

5.4.2. Faixa de Linearidade

A faixa de linearidade para o ácido ascórbico foi ampla (12,3 – 80,5 mg), o que garante a obtenção de dados confiáveis nas faixas estudadas. O coeficiente de correlação (R^2) foi igual a 0,977.

5.4.3. Recuperação do Padrão Adicionado às Amostras

Os valores obtidos para recuperação do padrão de ácido ascórbico adicionado às amostras de hortaliças estão apresentados no Quadro 5.16.

Quadro 5.16. Recuperação do padrão de ácido ascórbico (AA) adicionado nas amostras de hortaliças.

Amostra	Teor inicial de AA (mg/100g) Média* ± DP	Quantidade de AA adicionada (mg/100g)	Teor final de AA (mg/100g) Média* ± DP	Recuperação (%)** Média* ± DP
Cenoura Cozida	11,53 ± 0,01	4,0	14,02 ± 0,18	86,90 ± 1,45
Couve-flor Cozida	24,74 ± 2,34	16,0	33,13 ± 1,73	69,24 ± 0,45
Repolho	41,09 ± 0,41	16,0	51,74 ± 0,44	86,97 ± 2,10
Tomate	22,12 ± 0,13	8,0	28,65 ± 0,5	93,35 ± 1,85

*Média de 2 repetições ± desvio padrão

** % de recuperação = (teor final de AA) – (quantidade de AA adicionada) / (teor inicial de AA) x 100

Verifica-se que a porcentagem de recuperação do ácido ascórbico nas quatro hortaliças variou entre 69,24 e 93,35%. A taxa de recuperação foi inferior em amostras de couve-flor cozida. Uma maior exposição da hortaliça picada pode ter influenciado essa baixa taxa de recuperação. O tecido da couve-flor se torna muito macio após a cocção e o corte em pequenos pedaços (para facilitar a trituração) pode ter aumentado muito a superfície de contato com o ar levando a degradação de parte da vitamina. O tomate obteve maior taxa de recuperação (93,35%).

Rizzolo et al. (2002) encontraram resultados semelhantes nas taxas de recuperação de ácido ascórbico em pêra. A porcentagem de recuperação variou em torno de 60 e 85%. O autor relata que pequenas variações de temperatura e exposição à luz durante a extração afetam significativamente a recuperação do ácido ascórbico. Os procedimentos de extração utilizados pelos autores foram semelhantes aos procedimentos utilizados neste estudo.

5.4.4. DETERMINAÇÃO DO ÁCIDO ASCÓRBICO NAS AMOSTRAS

5.4.4.1. Amostras Coletadas na UAN Institucional

O teor de ácido ascórbico das hortaliças estudadas, *in natura* e após os métodos de preparo de rotina na UAN institucional, estão apresentados no Quadro 5.17.

Quadro 5.17. Teores de ácido ascórbico em hortaliças *in natura* e após o preparo em UAN institucional, antes da adoção das medidas de controle nutricional.

Hortaliça	<i>In natura</i>		Após o preparo		Perdas em Base Seca (%)
	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	
Alface	9,2 (3,1-18,4)	234,9 (92,7-428,2)	5,8 (3,8-7,6)	125,7 (47,4-171,1)	46,5
Cenoura cozida	8,4 (5,5-11,1)	84,5 (65,1-104,9)	6,7 (5,4-8,1)	51,6 (45,5-63,4)	38,9
Cenoura crua ralada	10,1 (9,3-10,7)	107,3 (94,5-125,8)	7,5 (5,5-8,5)	74,2 (60,5-81,0)	30,8
Chicória	15,7 (5,7-24,6)	227,7 (74,0-325,3)	4,5 (2,5-6,1)	72,5 (45,8-88,0)	68,2
Couve	98,9 (94,4-103,8)	811,6 (707,8-921,5)	61,1 (50,1-71,9)	576,5 (571,9-580,6)	28,9
Couve-flor cozida	52,7 (42,0-61,6)	570,1 (464,5-740,9)	10,9 (8,3-16,1)	156,1 (110,5-237,9)	72,6
Repolho	33,9 (21,6-40,4)	545,2 (400,5-715,8)	31,1 (20,9-38,4)	482,2 (381,5-593,4)	11,6
Tomate	15,9 (14,7-16,2)	294,4 (277,9-304,9)	13,3 (10,1-15,6)	229,2 (164,3-291,7)	22,2

*Média de 3 repetições (Faixa)

O teor de vitamina C variou amplamente entre as hortaliças estudadas, mas de forma geral os valores foram compatíveis com os relatados pela tabela americana de composição de alimentos (USDA, 2002). Os dados das tabelas de composição química dos alimentos correspondem, normalmente, a alimentos isolados na sua forma crua, não considerando possíveis modificações durante o preparo e cocção, ou até mesmo o fato de os alimentos serem combinados formando preparações e dietas (RIBEIRO

et al., 1995). Além disso, a região, o modo de cultivo e a variedade do solo podem influenciar no teor de nutrientes do alimento.

Alguns autores encontraram valores de ácido ascórbico semelhantes para couve-flor, repolho e tomate (LEE e KADER, 2000). Gökmen et al. (2000) encontraram valores inferiores para tomate e repolho (7,9 e 5,5 mg/100g, respectivamente).

Não foram encontrados na literatura trabalhos relatando os teores de ácido ascórbico de alface e cenoura.

São raros os estudos na literatura que relatam o teor de vitamina C em hortaliças como alface, cenoura, chicória, couve, couve-flor, repolho e tomate e como os métodos de preparo e de cocção afetam sua estabilidade.

Considerando a expressão dos teores de ácido ascórbico em base seca, entre as hortaliças folhosas, as que sofreram maior redução no teor de vitamina C foram a chicória e a alface. A couve, porém, apresentou menor perda. Um dos fatores que pode ter contribuído para a diferença percentual de perda nessas duas hortaliças, é o tipo de fatiamento. A couve é cortada em fatiador mecânico e a chicória é fatiada manualmente com faca. Estudo realizado por Barry-Ryan e O'Beirne (1999) demonstra que fatiamento manual retém melhor o ácido ascórbico do que o fatiamento mecânico, diferente do que foi encontrado nesta pesquisa.

A folha da alface é mais sensível a danos provocados pelo transporte, armazenamento (Marques et al., 2003) e até mesmo pelo tipo de corte. As folhas da couve e chicória, entretanto, são mais resistentes.

Das hortaliças cozidas, a couve-flor apresentou uma maior porcentagem de perda. A cenoura crua ralada apresentou menor perda do que a cenoura cozida, o que já era esperado. O tomate e o repolho foram os que sofreram menores perdas de ácido ascórbico.

Após a análise do conteúdo de ácido ascórbico nas hortaliças em condições reais de preparação, as medidas de controle propostas foram devidamente monitoradas com o objetivo de verificar a sua eficiência sobre a retenção da vitamina nos alimentos em teste.

Os teores de ácido ascórbico das hortaliças *in natura* e após o preparo, utilizando a adoção das medidas de controle, estão apresentados no Quadro 5.18.

Quadro 5.18. Teores de ácido ascórbico em hortaliças *in natura* e após o preparo em UAN institucional, após a adoção das medidas controle nutricional.

Hortaliça	<i>In natura</i>		Após o preparo		Perdas em Base Seca (%)
	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	
Alface	8,1 (6,1-10,9)	193,2 (152,7-272,2)	5,4 (4,1-7,5)	147,4 (90,2-228,7)	23,7
Cenoura cozida	7,8 (6,6-9,3)	71,5 (63,4-83,6)	6,3 (5,6-6,6)	58,4 (48,4-63,4)	18,4
Cenoura crua ralada	6,9 (6,5-7,3)	69,1 (63,4-72,6)	6,7 (6,5-7,1)	60,9 (59,1-63,4)	8,4
Chicória	8,7 (6,9-10,3)	134,4 (112,6-157,2)	3,9 (3,1-4,1)	84,1 (52,2-109,1)	37,5
Couve	95,3 (90,2-105,3)	811,9 (723,3-892,3)	84,7 (73,1-99,8)	784,4 (599,4-950,2)	3,4
Couve-flor cozida	49,9 (48,4-50,7)	748,4 (496,1-874,6)	21,2 (20,0-23,4)	373,7 (339,2-404,5)	50,1
Repolho	29,4 (22,2-38,1)	437,7 (336,3-604,8)	26,6 (21,4-35,4)	391,9 (284,5-553,2)	10,6
Tomate	19,9 (15,6-24,6)	347,9 (267,7-460,0)	14,5 (12,4-15,6)	260,2 (194,1-298,7)	25,2

*Média de 3 repetições (Faixa)

Pode-se observar que houve uma menor perda da vitamina nas hortaliças após a adoção das medidas de controle. As perdas foram reduzidas em aproximadamente, 88%, 49% e 45% na couve, alface e chicória, respectivamente. Na couve-flor a perda se reduziu em aproximadamente 30%. O percentual de perda no repolho aumentou, porém é importante ressaltar que essa hortaliça foi devidamente sanitizada, processo que não era realizado anteriormente.

A Figura 5.13 mostra o percentual de retenção da vitamina C nas hortaliças estudadas, antes e após a adoção das medidas de controle.

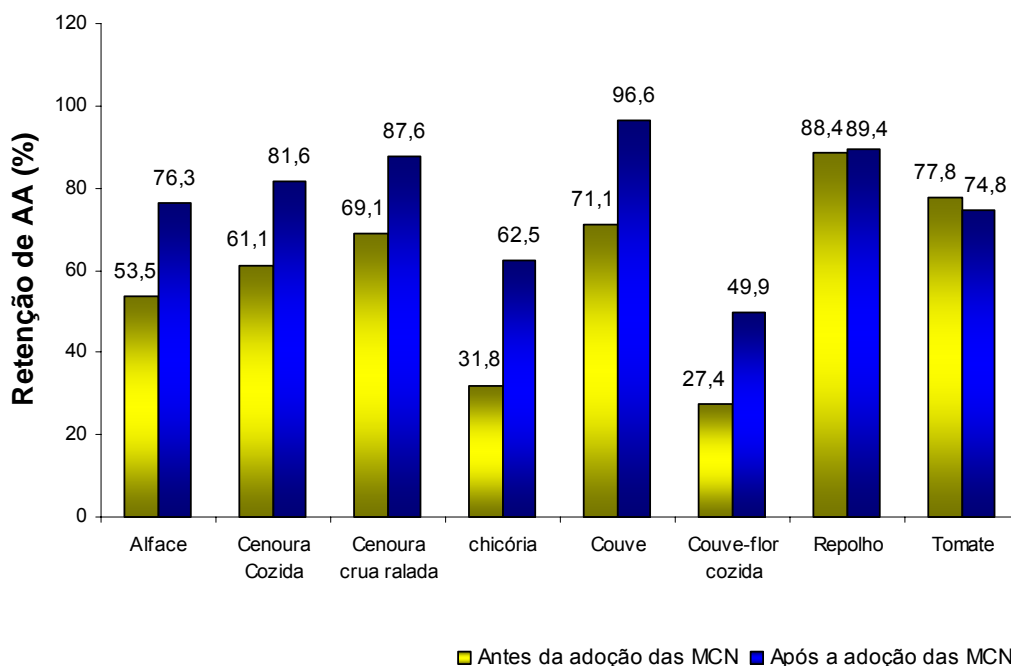


Figura 5.13. Retenção do ácido ascórbico em hortaliças preparadas em UAN institucional, antes e após a adoção das medidas de controle nutricional.

A retenção do ácido ascórbico não variou muito no tomate e repolho antes e após a adoção das medidas de controle. Vale ressaltar que essas hortaliças foram as que apresentaram menores porcentagem de perdas de ácido ascórbico desde a recepção até a distribuição. Nota-se também, que estas hortaliças foram as que menos apresentaram PCN nas etapas de preparo.

A maior retenção da vitamina pelas hortaliças cozidas confirma a eficiência das medidas de controle em relação ao volume de água, tempo de cocção e o importante fato de deixar a água entrar em ebulição antes de iniciar a cocção.

A redução das perdas na maioria das hortaliças pode ser confirmada, também, pela redução do tempo de preparo. Antes da simulação das medidas de controle, as hortaliças ficavam prontas, mais ou menos, 3 h antes da distribuição. Após a adoção das medidas de controle, esse tempo foi reduzido para, aproximadamente, 1 h.

5.4.4.2. Amostras Coletadas na UAN Comercial

O teor de ácido ascórbico das hortaliças estudadas, *in natura* e após o preparo na UAN comercial, antes da adoção das medidas de controle nutricional, estão apresentados no Quadro 5.19.

Quadro 5.19. Teores de ácido ascórbico em hortaliças *in natura* e após o preparo em UAN comercial, antes da adoção das medidas de controle nutricional.

Hortaliça	<i>In natura</i>		Após o preparo		Perdas em Base Seca (%)
	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	
Alface	8,8 (4,8-12,8)	217,3 (98,1-348,5)	3,6 (2,8-4,4)	76,1 (70,1-81,6)	64,9
Cenoura cozida	7,7 (6,9-8,4)	79,5 (78,4-80,5)	6,8 (4,8-8,8)	67,6 (66,8-68,4)	14,9
Cenoura crua ralada	9,2 (8,7-9,6)	116,4 (91,3-144,9)	7,6 (6,9-8,4)	73,7 (61,9-85,9)	36,7
Chicória	10,7 (8,6-11,9)	201,3 (150,4-253,2)	3,6 (1,2-8,1)	55,2 (21,4-115,6)	72,6
Couve	97,9 (94,3-101,1)	873,1 (760,8-1023,0)	89,5 (80,8-97,7)	883,1 (794,6-957,9)	-
Couve-flor cozida	51,5 (41,8-65,2)	549,5 (455,1-721,3)	35,4 (34,8-36,1)	438,1 (389,5-472,7)	20,3
Repolho	30,0 (28,3-32,6)	417,3 (383,2-453,4)	14,1 (1,6-23,1)	203,9 (20,5-354,9)	51,1
Tomate	18,6 (16,8-21,6)	321,0 (297,3-359,4)	15,1 (13,0-16,3)	221,7 (203,1-234,9)	30,9

*Média de 3 repetições (Faixa)

Observa-se que após preparação de forma rotineira, a chicória perdeu quase dois terços do seu teor original de ácido ascórbico, sendo que a alface e o repolho perderam mais da metade do conteúdo desta vitamina. Em geral, devido à sua textura bastante delicada, as folhas parecem ser mais susceptíveis a perdas durante o preparo do que as outras hortaliças.

A couve-flor, após método de cocção utilizado rotineiramente no restaurante comercial, apresentou uma perda de quase um terço do seu conteúdo original de ácido ascórbico, ficando a cenoura cozida com uma perda bastante reduzida. A couve apresentou perda muito reduzida da

vitamina após o preparo. No tomate as perdas não chegaram a um quarto do valor original da vitamina.

O Quadro 5.20 apresenta o teor de vitamina C das hortaliças, *in natura* e após o preparo, utilizando a simulação das medidas de controle.

Quadro 5.20. Teores de vitamina C em hortaliças *in natura* e após o preparo em UAN comercial, após adoção das medidas de controle nutricional.

Hortaliça	<i>In natura</i>		Após o preparo		Perdas em Base Seca (%)
	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	Base Úmida* (mg/100g)	Base Seca* (mg/100g)	
Alface	11,0 (9,6-12,7)	230,7 (174,1-288,2)	6,2 (4,5-8,4)	155,6 (115,9-195,1)	32,6
Cenoura cozida	9,3 (8,5-10,7)	99,2 (96,4-104,7)	7,9 (7,3-8,5)	79,8 (71,2-96,4)	19,5
Cenoura crua ralada	8,5 (8,5-8,6)	85,6 (83,6-87,0)	7,9 (7,3-8,4)	78,8 (72,7-84,2)	7,9
Chicória	7,9 (4,4-11,9)	135,6 (71,2-217,1)	6,5 (2,5-11,8)	110,0 (42,5-199,7)	18,9
Couve	116,4 (95,5-136,4)	951,7 (776,2-1118,2)	98,3 (85,9-105,4)	1048,8 (933,9-1109,1)	-
Couve-flor cozida	50,6 (43,6-55,2)	678,5 (603,1-726,1)	22,0 (17,7-30,5)	345,8 (263,1-478,4)	49,1
Repolho	32,3 (30,8-33,0)	458,7 (410,3-500,5)	26,9 (24,6-30,4)	365,4 (349,4-389,9)	20,3
Tomate	20,3 (19,2-21,5)	303,8 (247,6-377,8)	15,2 (13,1-17,3)	267,5 (244,0-296,9)	11,9

*Média de 3 repetições (Faixa)

A Figura 5.14 mostra o percentual de retenção do ácido ascórbico nas hortaliças estudadas, antes e após a adoção das medidas de controle nutricional, na UAN comercial.

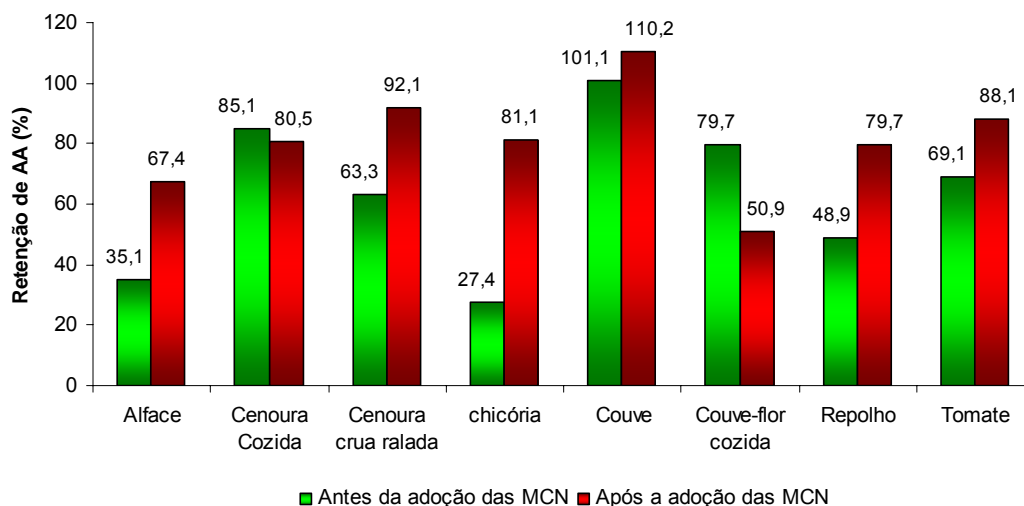


Figura 5.14. Retenção de ácido ascórbico em hortaliças preparadas em UAN comercial, antes e após a adoção das medidas de controle nutricional.

Verifica-se que, em geral, houve maior retenção da vitamina nas hortaliças após a simulação das medidas de controle. Vale a pena destacar aqui, por exemplo, a alface, a chicória, a cenoura crua ralada, o repolho e o tomate, cuja retenção aumentou de forma muito importante após adoção das medidas de controle. Essas hortaliças, com exceção do tomate, pelo modo como são servidas (cortada em tiras e ralada), expõem mais o tecido da planta ao ar e a temperaturas inadequadas. Antes da adoção das medidas de controle, essas hortaliças ficavam expostas em temperatura ambiente por até 3 horas antes da distribuição.

A couve, apesar de não ter apresentado perdas no preparo rotineiro do restaurante, teve a retenção do ácido ascórbico aumentada após a adoção das medidas de controle, o que não era esperado.

A cenoura e a couve-flor cozidas apresentaram menor retenção da vitamina após a adoção das medidas de controle. É importante lembrar que, rotineiramente, as hortaliças não são sanitizadas na UAN comercial e durante o monitoramento das medidas de controle todas passaram pelo processo de higienização e sanitização. Este pode ser um dos motivos que levou ao aumento na perda da vitamina nessas hortaliças. Essas, também,

foram as hortaliças que apresentaram um maior número de PCN, o que dificulta saber onde o risco de perda pode ter sido maior.

Todas as hortaliças *in natura* foram armazenadas a 15°C, após o preparo foram mantidas sob refrigeração até a distribuição e o tempo entre o preparo e a distribuição foram reduzidos para, no máximo, 1 hora.

As medidas de controle propostas contribuíram, na maioria das vezes, para uma maior retenção da vitamina C nas hortaliças investigadas. Uma vez que as perdas de vitamina C têm sido recomendadas como um indicador de perigo na perda das demais vitaminas, acredita-se que as outras vitaminas presentes nas hortaliças apresentam retenção similar ou superior (ÖZKAN et al., 2004).

O conteúdo de vitamina C nas hortaliças demonstrou ser bastante variável, por isso, segundo Guinazi (2004), deve ser destacada a grande importância de estudos de composição de alimentos brasileiros, produzidos e manipulados de acordo com as condições locais, permitindo refletir com maior veracidade o consumo dos nutrientes pela população.

5.5. AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DIETÉTICA DE VITAMINA C NAS HORTALIÇAS

Considerando que os vegetais têm sido amplamente consumidos e, dada sua importância para a saúde humana, é interessante comparar os resultados obtidos neste estudo com a quantidade recomendada de vitamina C a ser consumida diariamente. A adequação foi calculada considerando a recomendação de 90mg de vitamina C por dia para um adulto saudável (IOM, 2000) e uma ingestão média de três porções diárias de hortaliças, de acordo com a pirâmide alimentar (PHILLIPPI et al., 1999) (Figura 5.15). Levou-se em consideração as seguintes quantidades para cada porção de hortaliça pronta para o consumo:

- Alface: 25g
- Cenoura cozida: 60g
- Cenoura crua ralada: 45g
- Chicória: 25g

- Couve: 25g
- Couve-flor cozida: 100g
- Repolho: 45g
- Tomate: 60g

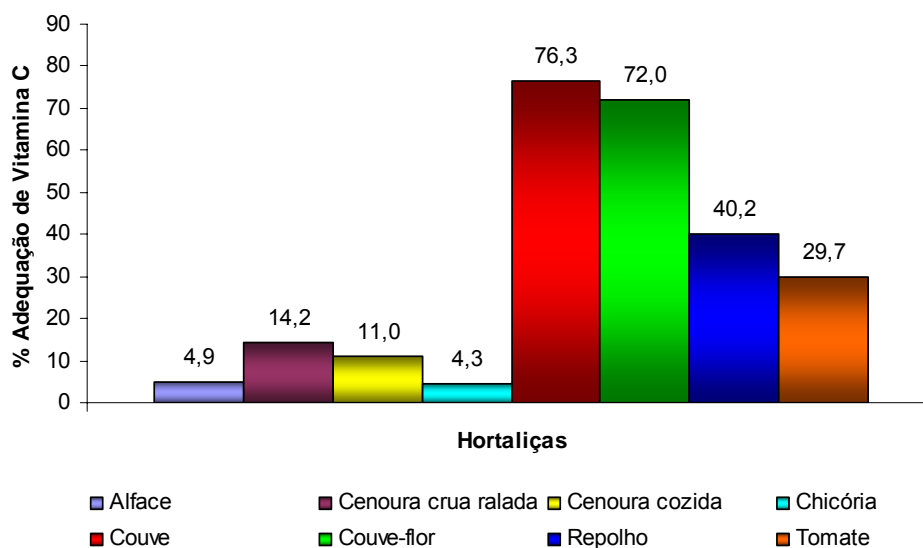


Figura 5.15. Adequação à ingestão dietética de referência para vitamina C a partir do consumo diário de três porções de cada hortaliça.

Observa-se que a ingestão média de três porções de couve e couve-flor contribui de forma substancial para a adequação dietética da vitamina C. O repolho e o tomate também promovem uma adequação importante da vitamina, e somadas a outras hortaliças ingeridas diariamente, contribuem de forma decisiva para atingir a recomendação diária.

Embora as outras hortaliças, como alface, chicória e cenoura contribuam de forma menos expressiva para a adequação da ingestão dietética, é importante evidenciar o seu elevado consumo. A alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil (Marques, 2003), constituindo-se em componente imprescindível das saladas. O tomate também é um alimento de grande relevância nutricional, sendo uma das hortaliças mais comercializadas no mundo (DAMASCENO et al., 2003).

Segundo a Pesquisa de Orçamento Familiar realizada na região Sudeste do Brasil, no grupo das raízes e tubérculos, a cenoura é amplamente consumida (LIMA et al., 2003). É a principal fonte de carotenóides, apresentando baixo conteúdo em vitamina C. No entanto, ela pode ser considerada um bom veículo de ingestão de vitamina C, devido ao elevado consumo.

Assim, hortaliças como alface, cenoura e tomate desempenham importante papel na dieta brasileira, por serem consumidos com grande frequência e em geral na forma crua, contribuindo para a adequação da ingestão dietética de referência.

Segundo Silva e Cozzolino (2005) os dados de ingestão de vitamina C em dietas brasileiras obtidos por levantamento de dietas consumidas por grupos específicos da população e calculados por tabelas de composição de alimentos, que podem induzir a erros de interpretação, não têm apresentado valores de ingestão considerados altos.

Embora algumas hortaliças estudadas não possuam grandes quantidades de vitamina C, a ingestão frequente e em quantidades adequadas podem contribuir de forma considerável para a adequação diária.

Pode-se observar que, em geral, as MCN permitiram um acréscimo no percentual de adequação da vitamina C em relação às DRI's. Uma vez que o organismo necessita de pequenas quantidades de vitaminas para satisfazer suas necessidades, a adequação das técnicas adequadas de preparo das hortaliças, sugeridas neste estudo, contribui para garantir um maior consumo de vitaminas.

5.6. MEDIDAS PROPOSTAS PARA CONTROLAR PERDAS DE VITAMINAS EM HORTALIÇAS PREPARADAS EM RESTAURANTES

O estudo de perdas de vitamina C em hortaliças mostrou que alguns procedimentos podem ser adotados para prevenir essas perdas:

- ✓ Fazer seleção criteriosa dos fornecedores de hortaliças.
- ✓ Elaborar um planejamento adequado para compra e recepção das hortaliças, evitando que estas permaneçam por tempo demasiado

armazenadas. Os vegetais folhosos devem ser utilizados, de preferência, no dia da colheita.

- ✓ Estocar as hortaliças em temperaturas de refrigeração.
- ✓ Fatiar as hortaliças próximo ao horário de servir e em pedaços maiores, para reduzir a exposição das vitaminas ao oxigênio, responsável pela oxidação.
- ✓ A higienização e sanitização de vegetais deve ser eficiente para eliminar as sujidades e contaminação. No entanto, o tempo deve ser monitorado para evitar o contato excessivo com a água e evitar as perdas por lixiviação. Esta etapa deve, quando possível, preceder a etapa de fatiamento, uma vez que este ocasiona maior contato com a água.
- ✓ A cocção em água deve ser feita com quantidade suficiente apenas para cobrir as hortaliças.
- ✓ O cozimento das hortaliças, quando possível, deve ser efetuado a vapor, por pressão ou refogado em óleo, para evitar o contato direto dos alimentos com a água. Quando não for possível, a água de cocção deve ser aproveitada na preparação de caldos e molhos, para aproveitamento das vitaminas hidrossolúveis perdidas por lixiviação.
- ✓ Monitorar o tempo e temperatura de cocção das hortaliças.
- ✓ Evitar que as hortaliças permaneçam por tempo prolongado, expostas às condições do ambiente, entre as etapas de preparo e distribuição.
- ✓ Distribuir as refeições no máximo 1 hora após o preparo, desde que as hortaliças sejam mantidas sob refrigeração.

6. CONCLUSÕES

- As medidas de controle nutricional adotadas mostraram-se promissoras para reduzir as perdas da vitamina C nas hortaliças preparadas nos dois restaurantes estudados.
- Os métodos de extração e quantificação do ácido ascórbico nas hortaliças estudadas foram eficientes e permitiram a obtenção de resultados confiáveis. O método de extração do ácido ascórbico foi considerado simples e rápido.
- As hortaliças avaliadas neste estudo contribuem de forma relevante para a adequação diária da vitamina C, se consumidas conforme recomendação. A maior adequação foi encontrada para a couve seguida da couve-flor, repolho, tomate, cenoura, alface e chicória;
- Pressupondo-se que as perdas de vitamina C sejam indicadores de perdas de outras vitaminas, as medidas de controle podem ser eficazes para minimizar perdas vitamínicas em hortaliças preparadas em UAN;
- Os resultados obtidos para o conteúdo de vitamina C nas hortaliças estudadas contribuem para a caracterização nutricional das hortaliças estudadas, pois trabalhos nesta área são inexistentes no Brasil.
- Este estudo pode ser considerado como um ponto de partida para futuras pesquisas que adotem os princípios do sistema APPCC no controle da qualidade nutricional de alimentos preparados em UAN, uma vez que estudos desta natureza são praticamente inexistentes a nível internacional.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Sugere-se a avaliação do teor de vitamina C em outros vegetais utilizados em UAN, como brócolis, cebola, pimentão, mostarda, taioba, vagem, lentilha, ervilha, além das frutas e dos sucos de frutas;
- Sugere-se, ainda, a análise das hortaliças após cada etapa da produção de refeições (recepção, estocagem, preparo e distribuição), para avaliar em quais etapas existe maior perda de vitaminas, ou seja, quais etapas seriam mais críticas no processo de perda;
- As maiores dificuldades encontradas no presente estudo foram relacionadas com a definição dos critérios para controle de perdas de vitaminas em hortaliças. Esses critérios ainda não são definidos na literatura para adoção na preparação de hortaliças em UAN. Assim, outros estudos devem ser feitos a fim de definir tais critérios como: volume de água em relação à quantidade de hortaliça, tanto para sanitização como para cocção; concentração de sanitizante e a relação com o tempo de imersão; tempo de cocção de vegetais, espessura e tipos de cortes utilizados em UAN, temperaturas de estocagem e cocção, tempo de espera entre uma etapa de preparo e outra.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO. Disponível em <<http://www.abia.org.br>>. Acesso em: 22 fev., 2005.

AGAR, I. T.; STREIF, J.; BENGERTH, F. Effect of high CO₂ and controlled atmosphere (CA) on the ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of some berry fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v. 11, p. 46-55, 1997.

ALBALÁ-HURTADO, S.; NOVELLA-RODRÍGUEZ, S.; VECIANA-NOGUÉS, M. T.; MARINÉ-FONT, A. Determination of vitamins A and E in infant milk formulae by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 778, p. 243-46, 1997.

ALMEIDA, C.R. O sistema HACCP como instrumento para garantir a inocuidade dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p. 12-20, 1998.

AMAYA-FARFAN, J.; DOMENE, S. M. A.; PADOVANI, R. M. DRI: síntese comentada das novas propostas sobre recomendações nutricionais para antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v. 14, n. 1, p. 71-78, jan./abr., 2001.

ANDERSON, L.; DIBBLE, M. V.; TURKKI, P. R.; MITCHELL, H. L.; RYNBERGEN, H. J. **Nutrição**. 17^a ed., Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 737 p.

ASSIS, S. A. de; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various estages of fruit development. **Food chem.**, v.74, p.133-137, 2001.

BACHELLI, M.L.B.; LA VILLA, F.; OLIVEIRA, I.B.N.; RODRIGUES, K.R.M.; SALAY, E. Iniciativas de implantação de selos de qualidade em restaurantes no Brasil. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 121, p. 20-25, jun. 2004.

BALL, G. F. M. **Bioavailability and analysis of vitamins in foods**. London: Chapman & Hall, 1998. 416 p.

BALL, G. F. M. **Water-soluble vitamin assays in human nutrition**. London: Chapman & Hall, 1994. 416 p.

BARRY-RYAN, C.; O'BEIRNE, D. Ascorbic acid retention in shredded iceberg lettuce as affected by minimal processing. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 3, p. 498-500, 1999.

BENEVIDES, C.M.J.; LOVATTI, R.C.C. Segurança alimentar em estabelecimentos processadores de alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 125, p. 24-27, out. 2004.

BREENE, W. M. Healthfulness and nutritional quality of fresh versus processed fruits and vegetables: a review. **J. Foodservice Systems**,

Connecticut, v. 08, p. 1-35, 1994.

CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Teores de beta-caroteno em vegetais folhosos preparados em restaurantes comerciais de Viçosa, MG. **Brazilian J. Food Technology**, v. 06, n.2, p. 163-169, 2003.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera índica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CAVALLI, S.B.; SALAY, E. Segurança do alimento e recursos humanos: estudo exploratório em restaurantes comerciais dos municípios de Campinas, SP e Porto Alegre, RS. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 126, p. 29-35, nov./dez. 2004.

COMBS, G. F. JR. **The Vitamins. Fundamental aspects in nutrition and health**. Second edition. New York: Academic Press, 1998, 2: 9-56, 9: 245-275 and 19: 459-491p.

CUMMINGS, A.R. Quality control principles: applications in dietetic practice. **Journal of the American Dietetic Association**, v.92, n.4, p.427-428, 1992.

DAMASCENO, S.; OLIVEIRA, P. V. S.; MORO, E.; MACEDO JR, E. K; LOPES, M. C.; VICENTINI, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 377-380, set/out. 2003.

DAVEY, M. W.; VAN MONTAGU, M.; INZE, D.; SUNMARTIN, M.; KANELIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I. J. J.; STRAIN, J. J.; FAVELL, D.; FLETCHER, J. Plant L-ascorbic acid chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 825-860, 2000.

DUARTE, F. L. M. **Elaboração de manual de boas práticas de preparação para restaurante universitário: um enfoque para pratos principais**. Viçosa, 2004, 110 p. (Monografia de Especialização em Nutrição e Saúde, Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa).

FAVELL, D.J. A comparasion of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. **Food Chemistry**, v. 62, n. 1, p. 59-64, 1998.

FILHO, L. C. N. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. IBF, ABRAVA, SINDRATAR, 1991, 176 p.

FURUSAWA, N. Rapid high-perfomance liquid chromatographic identification/quantification of total vitamin C in fruit drinks. **Food Control**, v. 12, p. 27-29, 2001.

GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, J.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, p.

66-70, 2003.

GIANNAKOUROU, M. C.; TAOUKIS, P. S. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, v. 83, p. 33-41, 2003.

GÖKMEN, V.; KAHRAMAN, N.; DDEMIR, N.; ACAR, J. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. **Journal of Chromatography A**, v. 881, p. 309-316, 2000.

GUINAZI, M. **Tocoferóis e tocotrienóis em hortaliças, ovos e óleos vegetais utilizados em restaurantes comerciais**. Viçosa, 2004. 90 p. (Tese de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa).

HARTOG, J. D. Feed for food: HACCP in the animal feed industry. **Food Control**. v. 14, p. 95-99, 2003.

HIDIROGLOU, N.; MADERE, R.; BEHRENS, W. Eletrochemical determination of ascorbic acid and isoascorbic acid in ground meat and in processed foods by high pressure liquid chromatography. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 11, p. 89-96, 1998.

HOBSON, G.E. Nutritional impact of food processing: fruits and vegetables. In: SOMOGYI, J.C.; MÜLLER, H.R. eds. **Nutritional impact of food processing**. Basel Karger, p. 89-95, 1989.

IFDA. International Dairy Foods Association. **Dairy Product Safety System**. Manual Técnico para Indústria de Laticínios. 70p., 1996.

INSTITUTE OF MEDICINE - IOM. Dietary intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. Washington: National Academic Press, 2000. Disponível em: <<http://www.nap.edu/openbook/030306935/html>>. Acesso em: 15 fevereiro de 2005.

International Life Sciences Institute – ILSI Brasil. Usos e aplicações das “Dietary Reference Intakes” DRIs. São Paulo, 2001.

JOHNSTON, C. S.; BOWLING, D. L. Stability of ascorbic acid in commercially available orange juices. **Journal of The American Dietetic Association**. v. 102, n. 4, p. 525-529, 2002.

KAWASHIMA, L.M.; SOARES, L.M.V. Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16, p.605-11, 2003.

KNEKT, P.; KUMPULAINEN, J.; JARVINEN, R.; RISSANEN, H.; HELIOVAARA, M.; REUNANEN, A.; HALULINEN, T.; AROMAA, A. Flavonoids intake and risk of chronic diseases. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 560-568, 2002.

- LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biol. Technol.**, v. 20, p. 207-220, 2000.
- LEE, S. H.; LABUZA, T. P. Destruction of ascorbic acid as a function of water activity. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 370-373, 1975.
- LENTHERIC, I.; PINTO, E.; VENDRELL, M.; LARRIGAUDIÈRE, C. Harvest date affects the antioxidative systems in pear fruits. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 74, n. 6, p. 791-795, 1999.
- LIMA, K.S.C.; LIMA, A.L.S.; LUCHESE, R.H.; GODOY, R.L.O.; SABBA-SRUR, A.U.O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosferas modificadas e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 23, n. 2, p. 240-250, 2003.
- LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chem.**, v.70, p.167-173, 2000.
- LOVATTI, R.C.C. Gestão da qualidade em alimentos: uma abordagem prática. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 122, p. 26-31, jul. 2004.
- MARCHIONI, D.M.L. FISBERG, R.M.; VILAR, B.S. As novas recomendações nutricionais: perspectiva histórica, usos e aplicações. **Nutrição em Pauta**, n. 53, p. 34-40, mar/abr. 2002.
- MARQUES, P. A. A.; BALDOTTO, P. V.; SANTOS, A. C. P.; OLIVEIRA, L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 649-651, out/dez. 2003.
- MINDELL, E. O que é importante saber sobre as vitaminas. In: **Vitaminas: guia prático das propriedades e aplicações**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1996. cap.1, p.14-29.
- MORTIMORE, S. How to make HACCP really work in practice. **Food Control**. v. 12, p. 209-215, 2001.
- MUNZUROGLU, O.; KARATAS, F.; GECKIL, H. The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. **Food Chemistry**, v. 83, p. 205-212, 2003.
- NACMCF** - National Advisory Committee on Microbiological Criteria for Foods. Hazard analysis and critical control point principles and application guidelines. **Journal of Food Protection**, v.61, n.9, p.1246-1259, 1998.
- NUTRIÇÃO BRASIL. **Como funciona o setor de alimentação coletiva no Brasil**. Mai/Jun. 2002.

- OLSSON J.; NORDSTRÖM, O.; NORDSTRÖM, A.C.; KARLBERG, B. Determination of ascorbic acid in isolated pea plant cells by capillary electrophoresis and amperometric detection. **Journal of Chromatography A**, v. 826, p. 227-233, 1998.
- OTTAWAY, P.B. **The technology of vitamins in food**. London: Blackie Academia and Professional, 1993, 265p.
- ÖZKAN, M.; KIRCA, A.; CEMEROGLU, B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. **Food Chemistry**, v. 88, p. 591-597, 2004.
- PANETTA, J.C. O manipulador: fator de segurança e qualidade dos alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 12, p. 8, 1998.
- PANISELLO, P. J.; QUANTICK, P. C. Technical barriers to Hazard Analysis Critical Point (HACCP). **Food Control**. v. 12, p. 165-173, 2001.
- PAULUS, K. Vitamin degradation during food processing and how to prevent it. In: SOMOGYI, J.C.; MÜLLER, H.R. eds. **Nutritional impact of food processing**. Basel Karger, 1989. n.43, p.173-187.
- PERETTI, A.P.R.; SPEZIA, D.S.; ARAÚJO, W.M.C. Certificação de qualidade no segmento de *food service*. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 121, p. 14-18, jun. 2004.
- PHILIPPI, S.T.; LATTERZA, A.R.; CRUZ, A.T.R.; RIBEIRO, L.C. Pirâmide alimentar adaptada: guia para escolha de alimentos. **Revista de Nutrição**, v.12, n.1, p. 65-80, Jan/Abr. 1999.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. **Novas tecnologias e procedimentos em alimentação coletiva: influência sobre a qualidade nutricional dos alimentos**. In: Anais do V Congresso Internacional de Gastronomia, Nutrição e Qualidade de Vida. São Paulo, v. 1, p. 9, 2004.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; PENTEADO, M. V. C.; BRANDÃO, S. C. C.; STRINGHETA, P. C. Stability of B-vitamin in meat prepared by foodservice. 1. Thiamin. **Foodservice Research International**, v.11, p.33-52, 1999.
- PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. **Análise de vitaminas do complexo B em carnes preparadas em serviço de alimentação**. São Paulo, 1998. 201p. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo].
- PRODANOV, M.; SIERRA, I.; VIDAL-VALVERDE, C. Influence of soaking and cooking on the thiamin, riboflavin and niacin contents of legumes. **Food Chemistry**, v. 84, p. 271-277, 2003.
- PROENÇA, R.P.C. **Inovação tecnológica na produção de alimentação coletiva**. 2.ed. Florianópolis: Insular, 2000. 135 p.

REDMOND, G.A.; DECAZES, .M.; GORMLEY, T.R.; BUTLER, F. The vitamin C status of freeze-chilled mashed potato. **Journal of Food Engineering**, v. 56, p. 219-221, 2003.

RIBEIRO, M.A.; STAMFORD, T.L.M.; FILHO, J.E.C. Valor nutritivo de refeições coletivas: tabelas de composição de alimentos versus análise em laboratório. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 2, p. 120-126, 1995.

RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C. Vitamina C. In: **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. São Paulo: Manole, 2003. p. 201-225.

RIZZOLO, A.; BRAMBILLA, A.; VALSECCHI, S.; ECCHER-ZERBINI, P. Evaluation of sampling and extration procedures for the analysis of ascorbic acid from pear fruit tissue. **Food Chemistry**, v. 77, p. 257-262, 2002.

RIZZOLO, A.; POLESELLO, S. Review: chromatographic determination of vitamins in foods. **Journal of Chromatography A**, v. 624, p. 103-152, 1992.

ROBBS, P.G. APPCC Mesa: as boas práticas do campo à mesa. **Nutrição em Pauta**, n. 53, p. 9-15, mar/abr. 2002.

ROBERTO, C. D. **Custos e investimentos de implementação do sistema APPCC no processamento de leite pasteurizado**. Viçosa, 2001. 126p. (Tese de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa).

RODRIGUES, C. M. A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. É possível prevenir perdas de vitaminas em alimentos? **Nutrição em Pauta**, n.63, nov/dez 2003.

ROJAS, A.M.; GERSCHENSON, L.N. Ascorbic acid destruction in aqueous model systems: an additional discussion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 81, p. 1433-1439, 2001.

RYLEY, J.R.; KAJDA, P. Vitamins in thermal processing. **Food Chem.**, Barking, v.49, p.119-129, 1994.

SBCTA. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle**. Campinas, SP: SBCTA, 2ª ed. 1995.

SELMAN, J. D.; Vitamin retention during blanching of vegetables. **Food Chem.**, Barking, v.49, p.137-147, 1994.

SILVA, F.O. Total ascorbic acid determination in fresh squeezed orange juice by gas chromatography. **Food Control**, v. 16, p. 55-58, 2004.

SILVA, V. L. da; COZZOLINO, S.M.F. Vitamina C (ácido ascórbico). In: **Biodisponibilidade de nutrientes**. São Paulo: Manole, 2005. p. 301-331.

SNIJDERS, J. M. A.; KNAPEN, F. V. Prevention of human diseases by an integrated quality control system. **Livestock Production Science**. v. 76, p. 203-206, 2002.

STORCK, C.R.; DIAS, M.A.M.F. Monitoramento da temperatura de preparações quentes e frias em restaurantes self-service, na zona urbana de Santa Maria. **Nutrição em Pauta**, n. 59, p. 30-34, 2003.

SUNTORNUSUK, L.; GRITSANAPUN, W.; NILKAMHANK, S.; PAOCHOM, A. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 28, p. 849-855, 2002.

TUDELA, J. A.; ESPÍN, J. C.; GIL, M. I. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**. v.26, p. 75-84, 2002.

UDDIN, M.S.; HAWLADER, M.N.A.; DING, L. MUJUMDAR, A.S. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 51, p. 21-26, 2002.

U. S. Department of Agriculture (2002). **Agriculture Research Service. USDA Nutrient Database for Standard Reference**, Release 14. Nutrient Data Laboratory, Beltsville.

VEIROS, M.B; PROENÇA, R.P.C. Avaliação qualitativa das preparações do cardápio em uma unidade de alimentação e nutrição – método AQPC. **Nutrição em Pauta**, n. 62, p. 36-42, set/out. 2003.

VENDRAMINI, A.L.; TRUGO, L.C. Chemical composition of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.) at three stages of maturity. **Food Chemistry**, v. 71, p. 195-198, 2000.

VINCI, G.; BOTRÈ, F.; MELE, G.; RUGGIERI, G. Ascorbic acid in exotic fruits: a liquid chromatographic investigation. **Analytical, Nutritional and Clinical Methods Section**, v. 53, p. 211-214, 1995.

WALLACE, C.; WILLIAMS, T. Pre-requisites: A help or a hindrance to HACCP? **Food Control**, V.12, p. 235-240, 2001.

WASHKO, P. W.; WELCH, R. W.; DHARIWAL, K. R.; WANG, Y. LEVINE, M. Review – Ascorbic acid and dehydroascorbic acid analyses in biological samples. **Analytical Biochemistry**, v. 204, p. 1-14, 1992.

YAMAMOTO, D.C.; MARLET, E.F.; SILVA, F.R.; SANTOS, L.C.C.A. Caracterização das condições higiênico-sanitárias dos restaurantes “fast-food” de dois “shopping centers”, em diferentes regiões do município de São Paulo. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 122, p. 14-20, jul. 2004.

ZANONI, B.; PERI, C.; NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. **Food Research International**, v. 31, n. 5, p. 395-401, 1999.

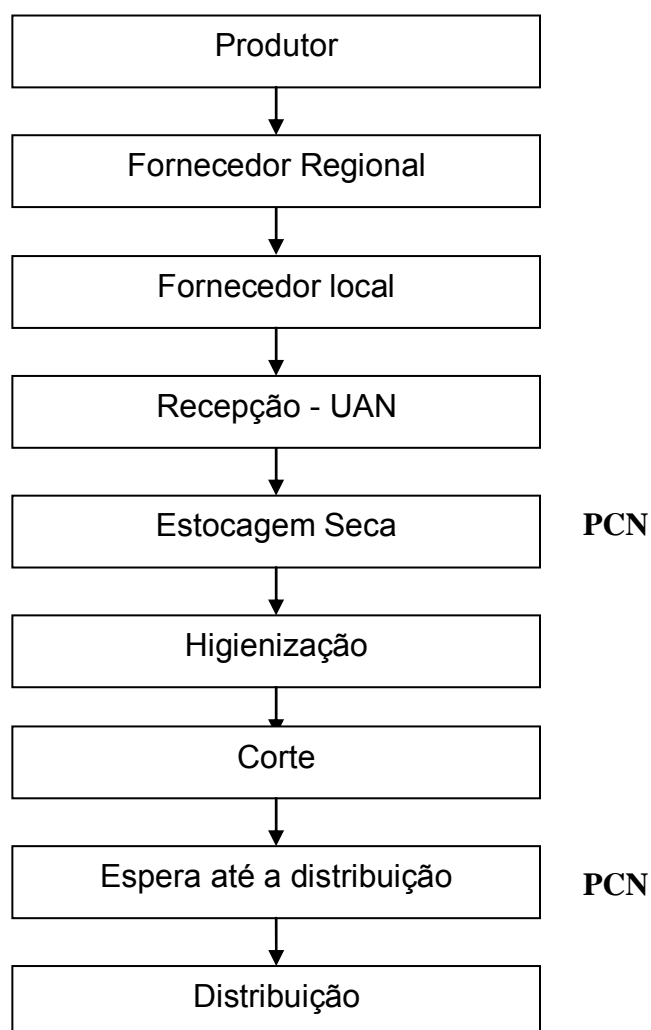
ZERDIN, K.; ROONEY, M.L.; VERMUË, J. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. **Food Chemistry**, v. 82, p. 387-395, 2003.

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

ZHANG, M.; DUAN, Z.H.; ZHANG, J.F.; PENG, JIAN. Effects of freezing conditions on quality of areca fruits. **Journal of Food Engineering**, v 61, 393-397, 2004.

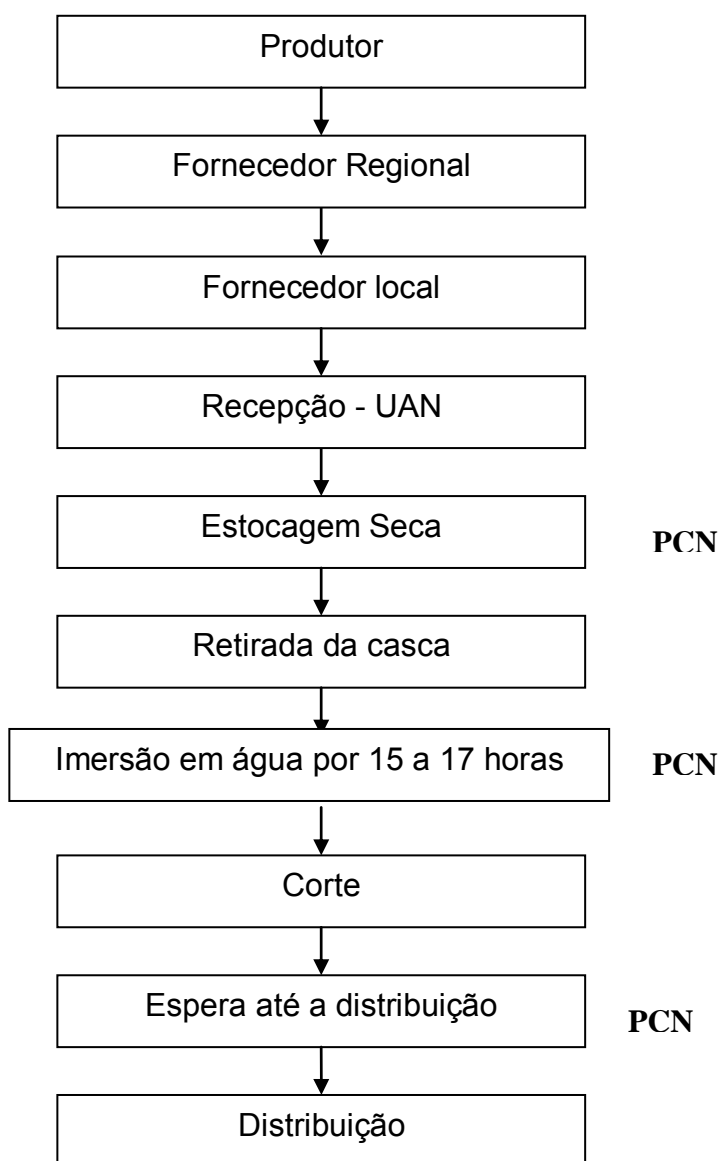
ANEXO 1

Fluxograma de preparo de tomate no restaurante comercial



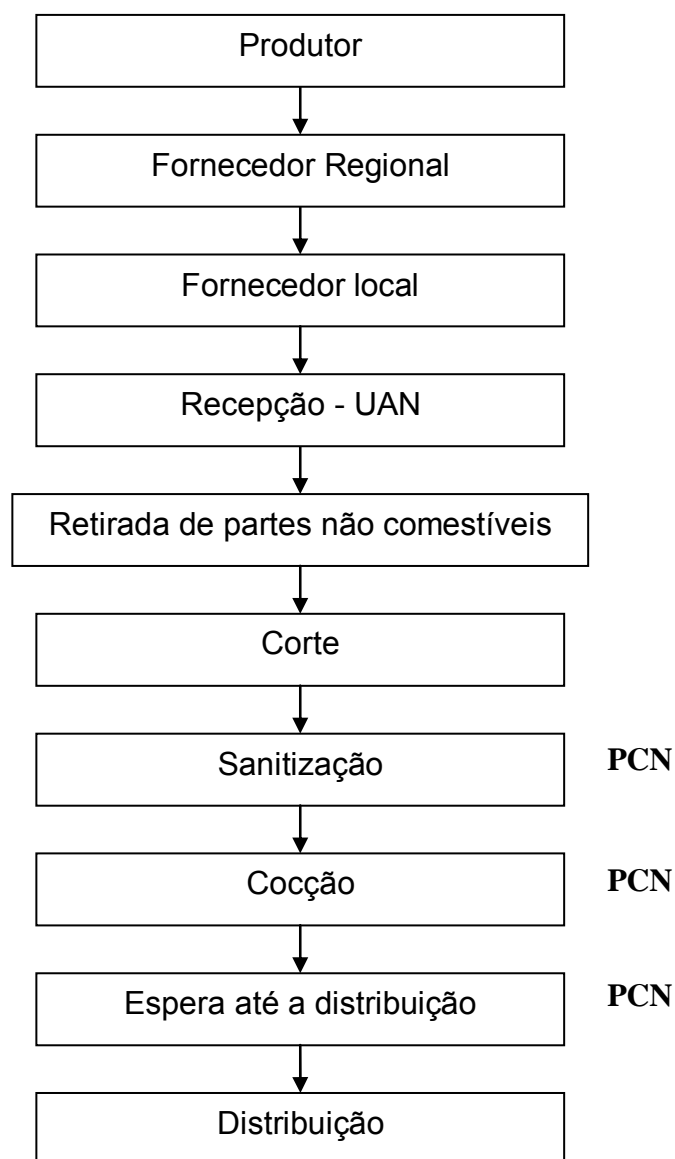
ANEXO 2

Fluxograma de preparo da cenoura crua ralada no restaurante comercial



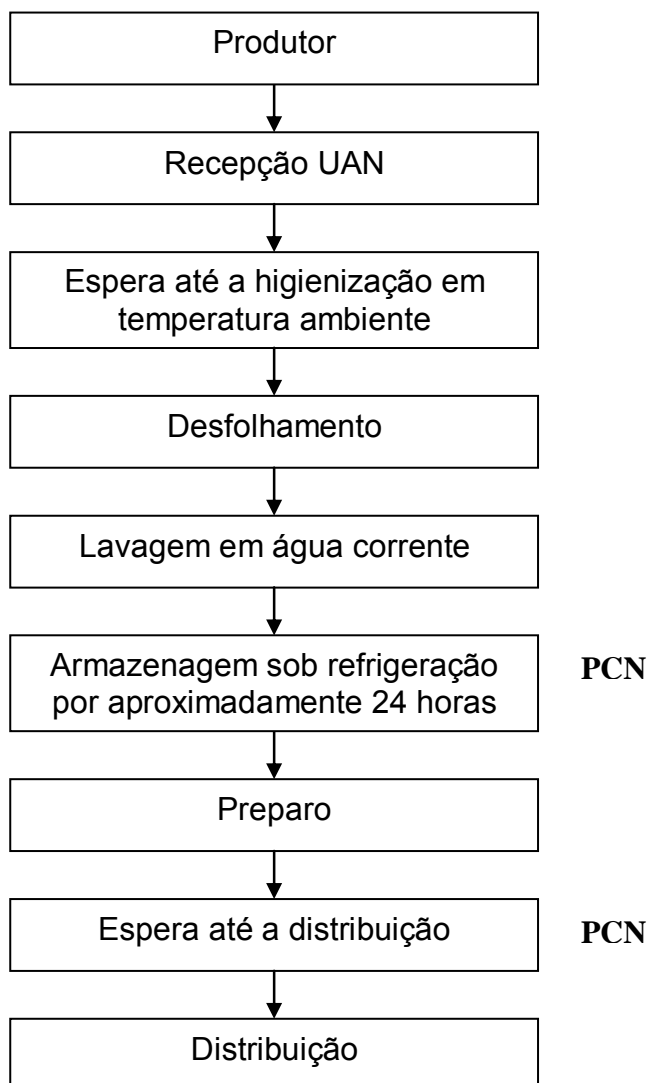
ANEXO 4

Fluxograma de preparo da couve-flor cozida no restaurante comercial

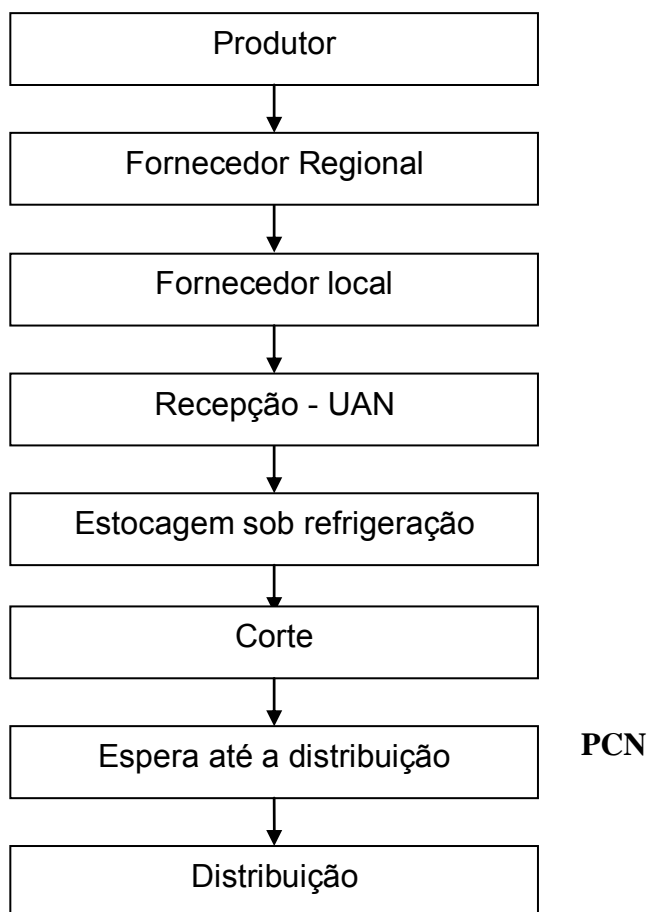


ANEXO 5

Fluxograma de preparo vegetais folhosos (alface, chicória e couve) no restaurante comercial.

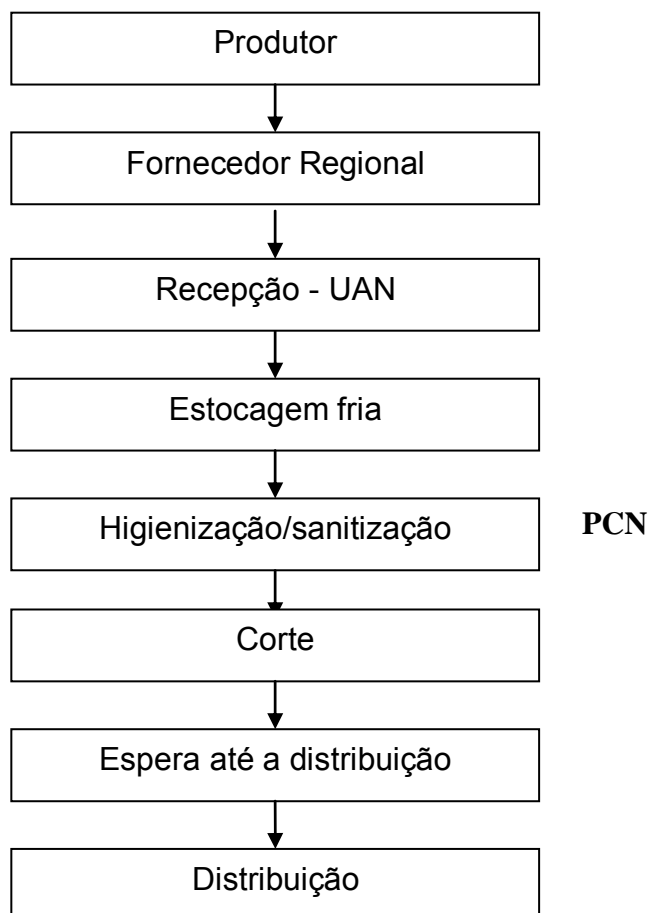


Fluxograma de preparo do repolho no restaurante comercial



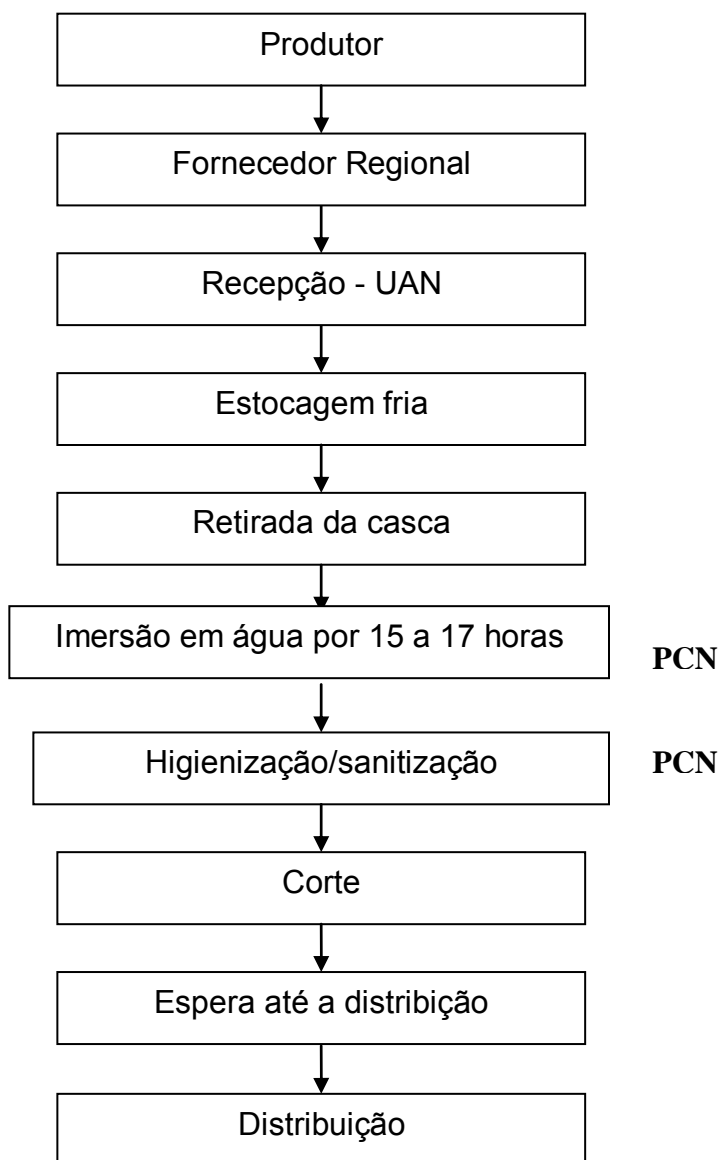
ANEXO 7

Fluxograma de preparo de tomate no restaurante institucional



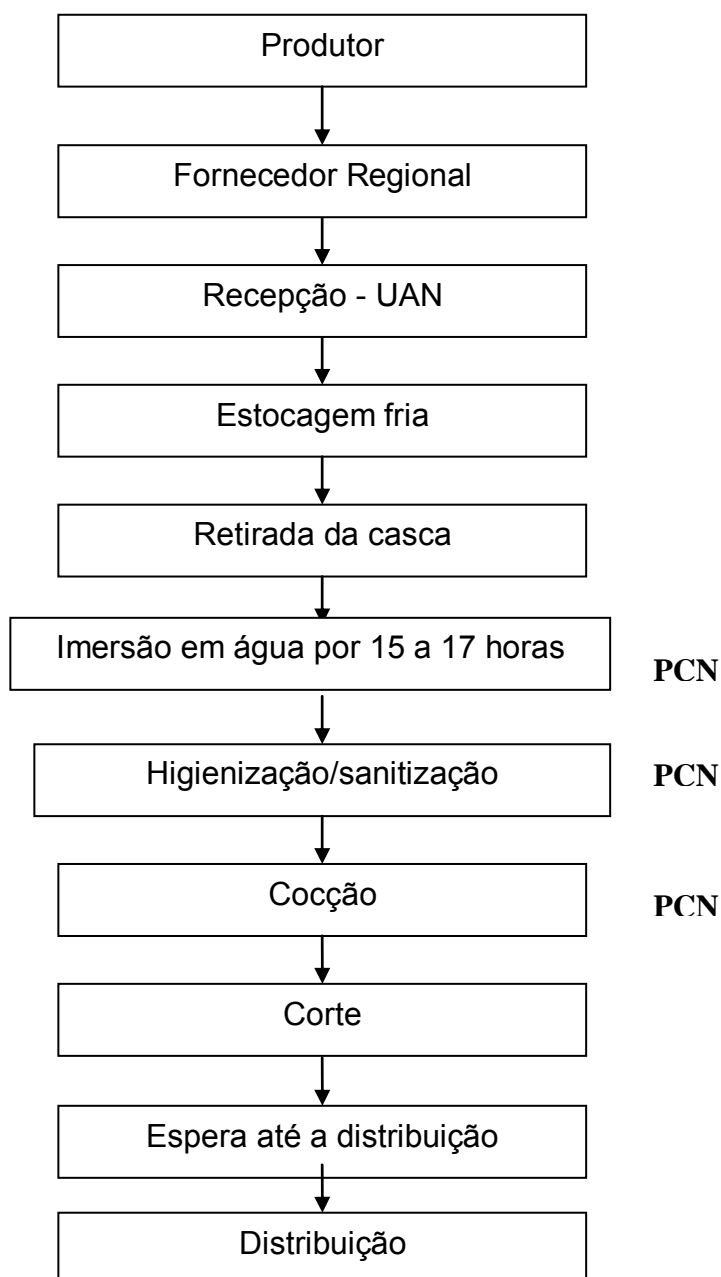
ANEXO 8

Fluxograma de preparo da cenoura crua ralada no restaurante institucional.



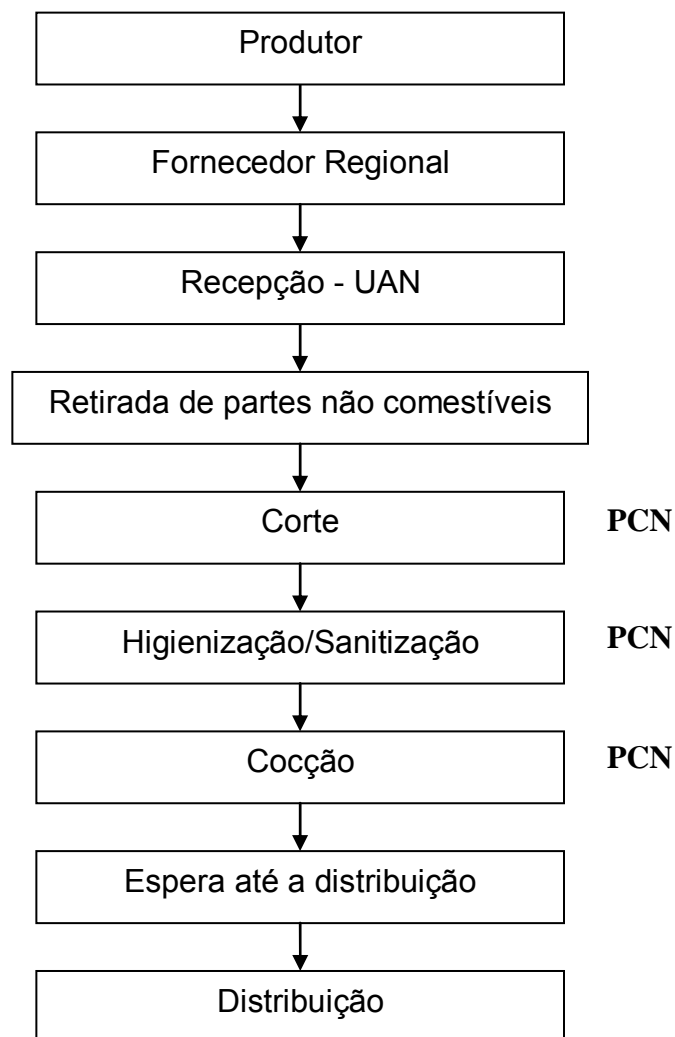
ANEXO 9

Fluxograma de preparo da cenoura cozida no restaurante institucional.



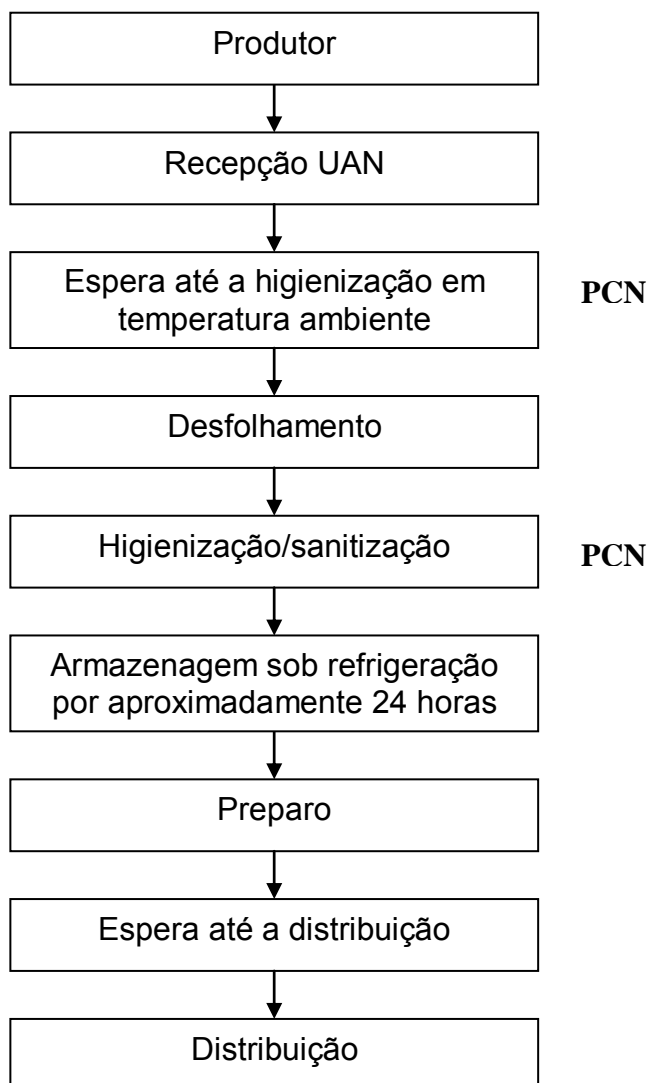
ANEXO 10

Fluxograma de preparo da couve-flor cozida no restaurante institucional.



ANEXO 11

Fluxograma de preparo vegetais folhosos (alface, chicória e couve) no restaurante institucional.



ANEXO 12

Fluxograma de preparo do repolho no restaurante institucional.

