

Perdas de vitamina C em hortaliças durante o armazenamento, preparo e distribuição em restaurantes

Vitamin C loss in vegetables during storage, preparation and distribution in restaurants

Flávia Aparecida Moraes¹
Alessandra Miranda Cota¹
Flávia Milagres Campos¹
Helena Maria Pinheiro-Sant'Ana¹

Abstract *The main objective of this study was to evaluate vitamin c loss following vegetable manipulation stages, reception, storage, preparation, and distribution, in commercial and institutional restaurants. Seven vegetables were used: lettuce, carrots, chicory, collard greens, cauliflower, cabbage and tomatoes. Vitamin c analysis was made by high-performance liquid chromatography (hplc). After all manipulation stages, cumulative vitamin c loss was high in vegetables prepared in institutional restaurants and commercial restaurants corresponding to 44.38% - 67.03% and 32.90% - 71.32%, respectively. In both restaurants, storage accounted for the most expressive loss of vitamin c in the majority of the vegetables. The adoption of measurements to control vitamin c loss in vegetables is suggested, such as purchase and reception according to demand, storage at refrigerated temperatures, monitoring of hygiene and sanitation times, slicing near serving time, cooking preferably steamed, by pressure or stewed, monitoring of cooking time and temperature, and control of the exposure time between preparation and distribution. The results obtained for vitamin c content contribute to the nutritional characterization of vegetables, since studies related to this area are scarce in Brazil and in the world.*

Key words *Vegetables, Vitamin C, Vitamin loss, Manipulation, Restaurants*

Resumo *O objetivo deste estudo foi avaliar perdas de vitamina C após etapas de manipulação de hortaliças, recepção, armazenamento, preparo e distribuição, em restaurante institucional e comercial. Utilizou-se sete hortaliças: alface, cenoura, chicória, couve, couve-flor, repolho e tomate. A análise da vitamina C foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). As perdas cumulativas de vitamina C foram elevadas nas hortaliças preparadas nos restaurantes institucional e comercial, correspondendo a 44,38% a 67,03% e 32,90% a 71,32%, respectivamente. Nos dois restaurantes, o armazenamento foi responsável pela perda mais expressiva de vitamina C na maioria das hortaliças. Sugere-se adoção de medidas para controlar as perdas de vitamina C nas hortaliças, como compra e recepção de acordo com a demanda; armazenamento em temperatura de refrigeração; monitoramento do tempo de higienização e sanitização; fatiamento próximo ao horário de servir; cozimento preferencialmente a vapor, por pressão ou refogado; monitoramento do tempo e temperatura de cocção; controle do tempo de exposição entre as etapas de preparo e distribuição. Os resultados obtidos para o conteúdo de vitamina C contribuem para caracterização nutricional das hortaliças, pois trabalhos nesta área são insuficientes no Brasil e no mundo.*

Palavras-chave *Hortaliças, Vitamina C, Perdas de vitamina, Manipulação, Restaurantes*

¹ Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa. Av. PH Rolfs, s/nº, Departamento de Nutrição e Saúde, Campus Universitário. 36571-000 Viçosa MG. flaviapmoraes@yahoo.com.br

Introdução

A prática de realizar refeições em restaurantes coletivos tem se tornado comum por vários motivos, entre os quais pode ser destacada a maior inserção da mulher no mercado de trabalho, a distância entre o local de trabalho e o domicílio, a falta de tempo imposta por um cotidiano mais agitado. Estes fatores elevaram consideravelmente a demanda pelo setor de alimentação coletiva¹.

As Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) podem ser classificadas, quanto ao sistema de atendimento, em institucionais e comerciais. As UAN institucionais não possuem fins lucrativos e podem ser encontradas em creches, escolas, universidades, hospitais e outros. Já as UAN comerciais possuem fins lucrativos e estão presentes, por exemplo, em restaurantes comerciais, hotéis, *spas*, *fast foods* e associações para lazer².

A dimensão e a importância do setor na economia nacional podem ser medidas a partir dos números gerados pelo segmento no ano 2005. O mercado de refeições coletivas como um todo forneceu 6,5 milhões de refeições/dia, movimentou uma cifra de 6,9 bilhões de reais por ano, ofereceu 175 mil empregos diretos, consumiu diariamente um volume de três mil toneladas de alimentos e representou para os governos uma receita de um bilhão de reais anuais entre impostos e contribuições³. Essas condições conferem às UAN uma importância que merece destaque, diante da responsabilidade pelo fornecimento de refeições adequadas e da sua influência no comportamento alimentar das pessoas por meio da educação nutricional¹.

A qualidade da matéria-prima, a edificação, instalações e montagem, ou seja, equipamentos, móveis e utensílios das UAN, as condições higiênicas do ambiente de trabalho, as técnicas de manipulação dos alimentos e a saúde dos funcionários são fatores importantes a serem considerados na produção de alimentos seguros e de qualidade⁴.

Pinheiro-Sant'Ana⁵ destaca que o desenvolvimento de novas tecnologias e procedimentos na área de alimentação para coletividades tem mostrado a preocupação com a redução de custos, com uma maior produtividade e com a qualidade das preparações oferecidas aos clientes. O conceito de qualidade, reforçado pela legislação brasileira, tem sido focado especialmente na qualidade higiênico-sanitária. Entre os consumidores, a preocupação com a qualidade sensorial tem sido a mais evidente. No entanto, a qualidade

nutricional das preparações deveria ser alvo de atenção, especialmente dos nutricionistas. Os órgãos governamentais deveriam garantir que a qualidade nutricional seja também prevista pela legislação.

A qualidade dos alimentos está relacionada a diversos fatores, entre os quais o conteúdo de nutrientes. 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 nesta área têm sido centrados especialmente nas vitaminas, devido à sua grande sensibilidade a fatores diversos que estão presentes durante o armazenamento, manipulação e processamento dos alimentos⁵.

A mais importante vitamina encontrada em frutas e vegetais, para a alimentação humana, é a vitamina C. Mais de 90% da vitamina C da dieta humana provêm de frutas e hortaliças⁶. Esta vitamina é um dos componentes mais sensíveis dos alimentos e, por isso, é frequentemente usada como indicador da severidade do processamento dos alimentos: uma vez que esteja bem retida nos alimentos, a porcentagem de retenção de todas as outras há de ser tão ou mais alta⁷.

Os vegetais possuem características de composição que contribuem para a sua inclusão na dieta: baixo valor calórico, elevado conteúdo de fibras e níveis significantes de micronutrientes, entre eles a vitamina C. Entretanto, a vida de prateleira das hortaliças é reduzida, sendo que esses alimentos são frequentemente expostos a condições que degradam sua qualidade, especialmente em termos de vitaminas^{8,9}. O conhecimento dos principais fatores que afetam a estabilidade das vitaminas torna possível prevenir ou reduzir suas perdas durante a preparação dos alimentos para coletividades.

Este estudo determinou o conteúdo e avaliou as perdas de vitamina C após cada etapa de manipulação de hortaliças, utilizadas rotineiramente, em restaurante institucional e comercial. Além disso, identificou as etapas do processo nas quais as perdas da vitamina são mais expressivas, propondo medidas de controle para minimizá-las.

Métodos

Caracterização dos restaurantes e procedimentos operacionais

Um restaurante comercial e um institucional, localizados na cidade de Viçosa (MG) foram se-

lecionados e convidados a colaborar com este estudo, após o esclarecimento dos objetivos. O restaurante institucional é público, de gestão própria, com cardápio de padrão popular. A recepção de hortifrutigranjeiros é realizada uma vez por semana, com exceção dos vegetais folhosos, que são recebidos um dia antes da utilização. As hortaliças são fornecidas por produtor rural do município e Centrais de Abastecimento de Minas Gerais (CEASA-MG).

O restaurante comercial é do tipo *self-service* por peso. O cardápio é de padrão médio, com grande variedade de saladas compostas por hortaliças cruas e cozidas. Os vegetais folhosos são recebidos todos os dias e os demais, duas vezes por semana. As hortaliças folhosas são fornecidas por produtor da região e as demais são adquiridas no mercado local, que por sua vez compra do CEASA-MG.

Nos restaurantes selecionados, foi montado um fluxograma para cada hortaliça, sendo as etapas de recebimento, estocagem, pré-preparo, preparo e distribuição descritas detalhadamente.

Caracterização e coleta das amostras

Foram utilizadas hortaliças preparadas rotineiramente em restaurante comercial e institucional:

. Preparações cruas: alface lisa (*Lactuca sativa* L.), cenoura (*Daucus carota* L.), chicória (*Cichorium endivia* 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.).

As amostras foram coletadas nos restaurantes após cada etapa do processo de produção, isto é, após a recepção, a estocagem, o pré-preparo e o preparo. Na distribuição, as amostras foram coletadas uma hora após o início desta etapa, simulando o tempo de espera para serem servidas. Cada hortaliça foi coletada aleatoriamente, em três diferentes dias, caracterizando três repetições.

Após a coleta, as amostras foram embaladas em sacos plásticos, envolvidos em papel alumínio, colocadas em caixas de isopor e levadas ao laboratório onde foram armazenadas em geladeira, a aproximadamente 5°C. A extração da vitamina ocorreu no mesmo dia da coleta e as análises cromatográficas foram realizadas logo após a extração.

Extração da vitamina C

A extração da vitamina C das hortaliças foi baseada no método proposto por Giannakourou e Taoukis⁸, adaptado por Rodrigues¹⁰.

No procedimento de extração, foram realizadas as seguintes etapas: pesou-se cerca de 5 gramas de cada amostra em balança analítica; adicionou-se 5 mL de ácido metafosfórico (AMP) 4,5% e triturou-se com uso de microtriturador; repetiu-se a operação anterior duas vezes; rinsou-se a haste do microtriturador com 5 mL de água ultrapura; filtrou-se a vácuo em funil de Buchner, utilizando papel de filtro; transferiu-se o filtrado para um balão volumétrico de 25 mL, completou-se com água ultrapura e homogeneizou-se; centrifugou-se o filtrado por quinze minutos a 4.000 rpm; transferiu-se o sobrenadante para frasco âmbar e armazenou-se em refrigerador.

Para evitar perdas da vitamina C, todas as operações foram realizadas sem a incidência de luz solar e artificial. Foram utilizadas vidrarias âmbar ou vidrarias revestidas com papel alumínio.

Análise cromatográfica

Uma alíquota de 2 mL do extrato obtido na etapa de extração foi filtrada utilizando-se unidade filtrante HV Millex em polietileno, com 0,45 µm de porosidade.

A vitamina C, na forma de ácido ascórbico, foi analisada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). As seguintes condições cromatográficas foram utilizadas¹⁰: sistema CLAE, modelo Shimadzu composto por bomba de alta pressão, modelo LC-10AT VP; injetor automático, com "loop" de 50 µL, modelo SIL-10 AF; coluna Microsorb-MV C18, 5µm, 250 mm x 4 mm; detector de arranjos de diodos UV-Visível, modelo SPD-M10A; software "Multi System" modelo Class VP 6.1 para controle de até quatro sistemas; fase móvel – 80% de água ultrapura com pH ajustado para 2,2 com AMP, 20% acetonitrila, 10 mM de tetrabutilamônio brometo; vazão da fase móvel, o fluxo: 1,0 mL/minuto; volume de injeção: 30 µL de cada amostra; tempo de corrida: entre oito e quinze minutos para amostras e cinco minutos para os padrões. Os cromatogramas foram obtidos a 238 nm.

A identificação da vitamina C nas amostras foi realizada 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-se o detector de arranjos de diodos. Também foi utilizada a comparação dos resultados quantitativos obtidos com a literatura para verificar a coerência dos dados.

Análise da umidade e sólidos totais

O teor de umidade das amostras foi determinado de acordo com o método descrito por Kawashima e Soares¹¹ para folhosos. As determinações foram conduzidas utilizando-se o binômio tempo-temperatura a exemplo de Guinazi¹². O teor de umidade foi obtido por secagem à 105°C durante duas horas, em estufa de circulação forçada de ar, seguida por resfriamento em dessecador por no mínimo duas horas e pesagem. O conteúdo de sólidos totais foi obtido por diferença entre o conteúdo total (100%) e o conteúdo de umidade de cada amostra.

Os teores de sólidos totais obtidos foram utilizados para expressão dos resultados da vitamina C na base seca.

Análise dos dados

As análises estatísticas foram conduzidas utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS), licenciado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) em 2003. A análise de variância foi utilizada para verificar a existência de diferenças significativas no teor da vitamina entre as etapas do processamento. O teste de Duncan foi empregado para avaliar as diferenças existentes entre as médias que apresentaram diferenças significativas pela análise de variância. Nas duas análises, foi utilizado um nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Descrição dos procedimentos operacionais

A análise do processo de produção das hortaliças evidenciou que os dois restaurantes apresentam condições que podem contribuir para a perda de vitamina C, tais como forma inadequada de transporte das hortaliças até os restaurantes; falhas durante o armazenamento, pré-preparo e preparo; temperaturas inadequadas utilizadas durante o cozimento; grande intervalo de tempo entre o preparo e a distribuição (Quadro 1).

Conteúdo e perda de vitamina C nas hortaliças

Observou-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.

Os teores e perdas de ácido ascórbico nas hortaliças, após cada etapa do processo nos restaurantes comercial e institucional, são apresentados nas Tabelas 1 e 2. Conforme observado, o desvio padrão relativo aos teores de vitamina C em base seca foi bastante elevado, indicando grandes diferenças de conteúdo da vitamina entre as repetições, o que pode explicar a falta de sensibilidade do teste estatístico para algumas etapas do processamento. No entanto, como o estudo se propôs a analisar a vitamina em situações reais de consumo dos alimentos, o controle da matéria-prima para utilização de um material mais homogêneo não pôde ser efetuado.

Os teores de vitamina C em base úmida variaram amplamente entre as hortaliças (Tabelas 1 e 2), tanto no restaurante comercial como no institucional, mas, de forma geral, foram compatíveis com os relatados pela tabela americana de composição de alimentos¹³.

Lee e Kader⁶ encontraram valores de ácido ascórbico semelhantes para couve-flor, 54 mg/100g, e tomate, 10,6 mg/100g. Gökmen *et al.*¹⁴ encontraram valores inferiores para tomate e repolho, 7,9 e 5,5 mg/100g, respectivamente. Rodrigues¹⁰ encontrou valores semelhantes de ácido ascórbico para chicória, 10,68 mg/100g, couve-flor cozida, 51,54 mg/100g, repolho, 30,00 mg/100g, e tomate, 18,62 mg/100g, e valores inferiores para alface, cenoura cozida, cenoura crua ralada e couve, 8,81 mg/100 g; 7,71 mg/100 g; 7,71 mg/100 g e 97,88 mg/100g, respectivamente.

Ao considerar os teores de vitamina C em base seca, no restaurante comercial (Tabela 1), verificou-se que, para alface e couve, as etapas de armazenamento, higienização e fatiamento não causaram alterações significativas nos teores da vitamina C. Os teores desta vitamina foram estatisticamente inferiores apenas após a etapa de distribuição para consumo. O grande intervalo de tempo entre o preparo e a distribuição, a exposição das hortaliças à temperatura ambiente e ao oxigênio e a ausência de balcão refrigerado para exposição são fatores que podem explicar a redução dos teores desta vitamina.

Quadro 1. Condições de transporte, recepção, armazenamento, higienização, preparo e distribuição de hortaliças nos restaurantes.

Hortaliça	Restaurantes	
	Institucional	Comercial
Alface, chicória e couve	Transporte em caminhonete aberta. Colhidas 1 h antes da entrega. Recepção com um dia de antecedência ao preparo. Armazenamento por ± 3 h a 20-27 °C, até higienização e armazenamento a 15-17 °C por ± 15 h. Lavagem folha a folha e sanitização com imersão em água clorada, 150 ppm (10-80 minutos). Fatiamento manual, com exceção da couve (fatiador elétrico). Armazenadas em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8 °C), por 1 às 2 h, até o início da distribuição.	Transporte em caminhonete aberta, acondicionamento em caixas de polietileno destampadas. Geralmente, colhidas 1 h antes do transporte, aparentemente em boas condições. Recepção com um ou dois dias de antecedência ao preparo. Espera por ± 3 h até a higienização a 20-27°C. Em seguida, estocagem a 15°C em recipientes de polietileno tampados por ± 24 h. Higienização em água corrente. Fatiamento a faca. Armazenamento por ± 1 h a 20-27°C até o início da distribuição.
Cenoura	Transporte em caminhão baú fechado, não climatizado, por 6 a 24h. Temperatura no interior do caminhão: 24 a 30°C. Armazenamento a 8-10°C por uma semana. Descascamento mecânico, armazenamento por ± 15 h a 15-17°C, até a sanitização (150 ppm de cloro). Ralada mecanicamente e armazenamento em <i>pass-through</i> por ± 3 h até a distribuição. Cenoura cozida: inteira, em panelão americano (capacidade de 300 litros) por 35-50 minutos a 98°C. Resfriamento em temperatura ambiente, fatiamento mecânico em cubos e armazenamento em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8 °C).	Transporte do Ceasa-MG para o fornecedor local em caminhão aberto. Do fornecedor local para a UAN, transporte em sacos plásticos transparentes. Armazenamento a 20-27°C por 3 a 4 dias. Descascamento manual, imersão em água por ± 17 h. Lavagem em água corrente. Ralada manualmente e armazenamento em temperatura ambiente por ± 3 h até a distribuição. Cenoura 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 entre em ebulição. Resfriamento e armazenamento a 20-27 °C até a distribuição por ± 3 horas.
Couve-flor	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Armazenamento a 8-10°C por três dias. Corte em floretes. Higienização e sanitização (10-50 minutos). Cocção, por imersão em água antes de esta entrar em ebulição, por 15 a 20 minutos a 98°C. Resfriamento a 20-27°C por ± 40 minutos. Armazenamento em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°) por ± 3 h até a distribuição.	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Algumas vezes apresentava condições aparentes ruins (injúrias). Retirada de partes não comestíveis, corte em floretes. Higienização em água corrente. Cocção por 15 a 20 minutos a 98°C. A couve-flor é colocada para cozinhar antes que a água entre em ebulição. Resfriamento e armazenamento a 20-27°C ± 2 h até a distribuição
Repolho	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. 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 ± 3 h, até a distribuição.	Transporte e recepção idem ao da cenoura. Armazenamento a 15-17°C por dois a três dias. Fatiamento em tiras utilizando ralador manual. Armazenamento a 20-27°C por ± 3 h até a distribuição.
Tomate	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. Higienização e sanitização (10-45 minutos). Fatiamento em rodela manualmente com auxílio de faca. Armazenado em <i>pass-through</i> refrigerado (5-8°C) ± 2 h até a distribuição.	Transporte, recepção e armazenamento idem ao da cenoura. Higienização em água corrente com auxílio de bucha. Fatiamento em rodela com auxílio de faca. Armazenamento a 20-27°C por ± 3 h até a distribuição.

Tabela 1. Teores e perdas de vitamina C em hortaliças após cada etapa do processamento em restaurante comercial.

Hortaliça	Etapa do processo	Teor de vitamina C em base úmida* (mg/100g) ± DP**	Teor de vitamina C em base seca (mg/100g) ± DP	Perda em cada etapa, base seca (%)	Perda acumulada, base seca (%)
Alface	Recepção	16,52 ± 6,75	496,16 a ± 253,05	--	0,0 d
	Armazenamento	15,60 ± 5,73	430,89 ab ± 179,14	10,51 a	10,51 c
	Higienização	12,43 ± 5,36	352,57 ab ± 152,31	16,83 a	27,34 b
	Fatiamento	10,91 ± 5,30	226,77 ab ± 89,13	24,88 a	52,22 a
	Distribuição	6,07 ± 3,33	141,70 b ± 71,49	19,10 a	71,32 a
Cenoura cozida	Recepção	12,21 ± 0,84	119,92 a ± 13,70	--	0,0 d
	Armazenamento	9,76 ± 1,70	87,27 b ± 5,99	26,91 a	26,91 d
	Higienização, descascamento e fatiamento	7,61 ± 1,09	70,31 b ± 1,49	14,00 ab	40,91 c
	Cocção	5,34 ± 1,67	47,06 c ± 13,67	20,40 ab	61,31 b
	Distribuição	4,50 ± 2,27	40,01 c ± 8,51	5,53 b	66,84 a
Cenoura crua ralada	Recepção	12,21 ± 0,84	119,92 a ± 13,70	--	0,0 d
	Armazenamento	9,76 ± 1,70	87,20 b ± 5,99	26,90 a	26,90 c
	Higienização e descascamento	8,76 ± 1,09	76,76 bc ± 6,06	8,64 b	35,54 bc
	Fatiamento	7,80 ± 1,67	66,90 c ± 5,90	8,52 b	44,06 b
	Distribuição	6,27 ± 2,27	49,77 d ± 11,75	14,84 b	58,90 a
Chicória	Recepção	11,60 ± 1,90	252,75 a ± 61,23	--	0,0 e
	Armazenamento	11,01 ± 1,59	219,12 ab ± 52,72	13,14 b	13,14 d
	Higienização	8,32 ± 2,09	151,37 bc ± 38,60	27,11 a	40,25 c
	Fatiamento	6,29 ± 0,83	117,33 c ± 29,18	12,78 b	53,03 b
	Distribuição	3,85 ± 0,64	84,26 c ± 12,70	13,03 b	66,06 a
Couve	Recepção	152,00 ± 43,17	1294,30 a ± 263,19	--	0,0 c
	Armazenamento	125,07 ± 19,55	1199,97 ab ± 235,10	7,06 a	7,07 b
	Higienização	119,55 ± 18,84	1119,98 ab ± 223,53	6,03 a	13,10 ab
	Fatiamento	114,72 ± 22,42	1022,59 ab ± 210,05	7,12 a	20,22 ab
	Distribuição	92,21 ± 32,77	811,73 b ± 249,57	17,88 a	38,10 a
Couve-flor cozida	Recepção	61,28 ± 13,29	819,41 a ± 130,29	--	0,0 c
	Armazenamento	57,09 ± 13,49	707,86 ab ± 150,12	14,08 a	14,08 c
	Higienização, descascamento e fatiamento	46,38 ± 6,06	588,05 bc ± 85,30	14,04 a	28,12 b
	Cocção	27,11 ± 8,50	419,65 cd ± 101,79	19,90 a	48,02 ab
	Distribuição	21,38 ± 7,54	323,53 d ± 101,73	11,78 a	59,80 a
Repolho	Recepção	34,50 ± 2,50	583,85 a ± 106,43	--	0,0 d
	Armazenamento	32,82 ± 2,63	519,81 ab ± 89,24	10,82 a	10,82 cd
	Higienização	31,99 ± 3,46	468,96 abc ± 24,83	7,62 a	18,44 bc
	Fatiamento	27,77 ± 3,44	414,45 bc ± 35,39	9,68 a	28,12 ab
	Distribuição	24,84 ± 1,07	385,89 c ± 30,07	4,78 a	32,90 a
Tomate	Recepção	19,07 ± 3,99	332,66 a ± 47,83	--	0,0 c
	Armazenamento	17,37 ± 4,24	272,61 ab ± 36,93	17,80 a	17,80 bc
	Higienização	13,91 ± 2,68	235,48 bc ± 48,87	10,92 a	28,72 bc
	Fatiamento	12,59 ± 2,34	210,71 bc ± 31,34	7,34 a	36,06 ab
	Distribuição	9,31 ± 2,44	160,10 c ± 40,47	14,29 a	50,35 a

*Média de três repetições ± desvio padrão (DP).

** Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Duncan, para cada hortaliça.

Tabela 2. Teores e perdas de vitamina C em hortaliças após cada etapa do processo em restaurante institucional.

Hortaliça	Etapa do processo	Teor de vitamina C em base úmida* (mg/100g) ± DP	Teor de vitamina C em base seca (mg/100g) ± DP**	Perda em cada etapa, base seca (%)	Perda acumulada, base seca (%)
Alface	Recepção	8,51 ± 3,00	231,88 a ± 121,05	—	0,0 d
	Armazenamento	6,26 ± 3,11	175,64 a ± 118,94	22,24 a	22,24 cd
	Higienização	5,82 ± 2,80	166,96 a ± 82,89	9,63 a	31,87 bc
	Fatiamento	4,50 ± 1,20	124,78 a ± 38,91	11,89 a	43,76 b
	Distribuição	3,38 ± 0,88	85,75 a ± 13,12	13,29 a	57,05 a
Cenoura cozida	Recepção	11,62 ± 3,00	117,80 a ± 26,01	—	0,0 c
	Armazenamento	7,44 ± 3,11	73,91 b ± 31,96	36,37 a	36,37 b
	Higienização, descascamento e fatiamento	5,35 ± 2,80	58,31 bc ± 27,84	12,23 b	48,60 b
	Cocção	4,37 ± 1,20	45,14 bc ± 12,44	10,96 b	59,56 a
	Distribuição	3,11 ± 0,88	36,21 c ± 4,51	7,47 b	67,03 a
Cenoura crua ralada	Recepção	11,71 ± 2,67	117,80 a ± 26,01	—	0,0 c
	Armazenamento	8,94 ± 2,51	90,84 ab ± 32,23	22,06 a	22,06 c
	Higienização e descascamento	5,95 ± 2,06	66,27 bc ± 24,66	22,63 a	44,69 bc
	Fatiamento	4,53 ± 1,27	50,98 bc ± 14,53	11,93 a	56,62 ab
	Distribuição	3,56 ± 0,38	40,71 c ± 3,38	7,66 a	64,28 a
Couve	Recepção	120,20 ± 22,95	1165,40 a ± 314,43	—	0,0 b
	Armazenamento	90,05 ± 25,00	826,95 ab ± 118,42	27,03 a	27,03 b
	Higienização	77,53 ± 26,93	736,13 ab ± 169,68	9,07 ab	36,10 b
	Fatiamento	67,25 ± 37,56	644,67 b ± 287,23	10,02 ab	46,12 b
	Distribuição	66,02 ± 36,83	595,49 b ± 267,90	3,56 b	49,68 a
Couve-flor cozida	Recepção	58,45 ± 16,85	634,26 a ± 199,25	—	0,0 c
	Armazenamento	55,39 ± 15,35	570,34 a ± 178,21	9,71 a	9,71 c
	Higienização	49,05 ± 10,32	517,39 a ± 181,28	9,28 a	18,99 b
	Fatiamento	37,23 ± 4,04	396,22 a ± 122,71	18,22 a	37,21 ab
	Distribuição	32,50 ± 4,85	354,42 a ± 119,83	7,17 a	44,38 a
Repolho	Recepção	42,47 ± 8,40	683,37 a ± 185,16	—	0,0 c
	Armazenamento	36,30 ± 3,47	643,12 a ± 198,77	6,38 b	6,38 b
	Higienização, descascamento e fatiamento	31,36 ± 5,67	445,21 ab ± 102,28	27,79 a	34,17 b
	Cocção	28,94 ± 6,35	428,34 ab ± 89,74	2,08 b	36,25 a
	Distribuição	21,79 ± 3,65	327,27 b ± 48,12	14,70 ab	50,95 a
Tomate	Recepção	22,32 ± 5,88	403,63 a ± 86,80	—	0,0 c
	Armazenamento	17,73 ± 2,52	297,50 b ± 27,48	24,62 a	24,62 bc
	Higienização	15,15 ± 0,62	258,37 bc ± 6,97	9,28 b	33,90 bc
	Fatiamento	14,79 ± 0,52	235,30 bc ± 11,71	5,48 b	39,38 b
	Distribuição	10,82 ± 2,33	192,51 c ± 8,30	11,14 ab	50,52 a

* Média de três repetições ± desvio padrão (DP)

** Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra nas colunas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Duncan, para cada hortaliça.

Estudo realizado por Zerdin *et al.*¹⁵ relatou 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 74 e 104 mg/L após três dias de estocagem a 25°C em embalagens com presença de oxigênio e sem oxigênio, respectivamente.

Embora as perdas de vitamina C da alface em cada etapa do processamento não tenham apresentado diferenças estatisticamente significativas, ressaltamos a perda média observada no fatiamento. A folha de alface é mais sensível a danos provocados pelo transporte, armazenamento e até mesmo pelo tipo de corte¹⁶. Além disso, observando as perdas acumuladas, destaca-se perda de mais de dois terços do conteúdo original na etapa de distribuição, o que deveria causar preocupação entre os nutricionistas que planejam dietas que contenham este vegetal.

Da mesma forma, para couve, as perdas em cada etapa do processamento foram semelhantes, destacando-se a etapa de distribuição com maior perda média, embora estatisticamente não significativa. O acondicionamento após preparo era realizado em balcão de distribuição não refrigerado com incidência direta de luz fluorescente e temperatura considerada elevada, 27°C, fatores esses que, associados, contribuem ainda mais para a perda de vitamina C¹⁹.

A chicória apresentou conteúdos inferiores ($p \leq 0,05$) de vitamina C após as etapas de higienização, fatiamento, na qual ocorreu a maior porcentagem de perda de vitamina C, e distribuição. 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 longos¹⁷.

O dano físico ou ferimento causado pelo descascamento e corte durante o processamento aumenta a taxa de respiração e a produção de etileno pelos tecidos, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis por modificações da qualidade sensorial, afetando os atributos cor, sabor, aroma e textura, e nutricional, afetando, preponderantemente, o teor vitamínico¹⁸. O corte dos tecidos aumenta a atividade enzimática e expõe os tecidos ao oxigênio. Sendo assim, o uso de tratamentos químicos, de atmosfera modifi-

cada e de refrigeração adequada, tem sido utilizada para preservar a qualidade destes produtos e aumentar o seu período de conservação¹⁹.

A cenoura cozida e a cenoura crua ralada apresentaram teores estatisticamente menores de vitamina C após a etapa de armazenamento. No restaurante comercial, esta hortaliça era armazenada por tempo prolongado de até 72 horas, em temperatura ambiente entre 20 a 27 °C. A redução do teor de vitaminas pode ocorrer naturalmente durante a estocagem de frutas e vegetais²⁰ 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.

De acordo com Santos *et al.*²¹, em estudo sobre o armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração, o uso de atmosfera modificada notadamente manteve os conteúdos de vitamina C mais elevados quando comparados à atmosfera ambiente. A utilização de atmosfera modificada resultou na manutenção, durante um período mais prolongado, da acidez titulável, vitamina C, clorofila e carotenóides totais, para frutos mantidos a 10°C e a 14°C, independentemente do estágio de maturação.

Houve grande redução no conteúdo de vitamina C na couve-flor e na cenoura após cocção ($p \leq 0,05$). A couve-flor e a cenoura eram colocadas para cozinhar antes da água entrar em ebulição e o tempo de cocção era superior ao necessário, elevando as chances de perdas por lixiviação e pelo calor. Além disso, a cenoura era colocada para cozinhar já picada, o que agrava a perda de vitaminas. Segundo Zhang e Hamauzu²², os processos de cocção provocam mudanças nas características físicas e na composição química dos vegetais, principalmente no teor de vitamina C, devido a sua alta solubilidade e instabilidade térmica.

No entanto, na cenoura cozida, as perdas ocorridas durante o armazenamento, pré-preparo e cocção foram estatisticamente iguais. Na couve-flor, as perdas da vitamina foram maiores durante a cocção, embora não tenha sido detectada diferença estatística em relação às demais etapas. 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 segurança²³.

Uma redução significativa dos teores de vitamina C no repolho e no tomate foi observada principalmente após as etapas de higienização, fatiamento e distribuição. O fatiamento expõe os tecidos vegetais à incidência de luz e temperatura ambiente, acarretando a diminuição do conteúdo da vitamina. De acordo com Rodrigues¹⁰, o fatiamento das hortaliças deve ocorrer próximo ao horário de servir e deve ser feito em pedaços maiores para reduzir a exposição das vitaminas ao oxigênio, responsável pela oxidação. Considerando-se as perdas, não houve diferença estatisticamente significativa entre as etapas, ou seja, a perda de vitamina C ocorreu de maneira semelhante em cada uma das etapas de manipulação do tomate e do repolho.

Salienta-se que, ao se considerar as perdas acumuladas, observa-se elevação significativa das perdas em todas as hortaliças após a distribuição para o consumo, etapa final do processo. Esta é considerada uma situação real que ocorre com as hortaliças nos restaurantes, uma vez que elas apenas são consumidas após passarem por todas as etapas. No entanto, o conhecimento da porcentagem de perdas que ocorre em cada etapa separadamente é importante para que a adoção de controle destas perdas possa ser aplicada, especialmente nas etapas mais críticas, sempre que possível.

Observou-se que, no restaurante comercial, a etapa de armazenamento foi a responsável por uma perda mais expressiva da vitamina C em metade das hortaliças estudadas: cenoura cozida, cenoura crua ralada, repolho e tomate, seguida da etapa de fatiamento, na alface e na cenoura cozida; cocção, na cenoura cozida e na couve-flor; higienização, na chicória, e distribuição, na couve.

Considerando-se a expressão dos teores de vitamina C em base seca, no restaurante institucional (Tabela 2), verificou-se que a alface e a couve-flor cozida apresentaram redução importante após a etapa final do processo, ou seja, na distribuição, apesar de o teste estatístico não ter detectado estas alterações. Em relação às porcentagens de perdas, também não houve diferença estatisticamente significativa entre as etapas, embora se possa destacar a etapa de armazenamento, na alface e a cocção, na couve-flor cozida. A alface era submetida à etapa de pré-preparo no mesmo dia de sua recepção ou um dia após, ou seja, ficava estocada por, no máximo, 24 horas. Situação semelhante ocorreu com a couve, embora a perda de vitamina C nesta hortaliça tenha sido maior na etapa de armazenamento. Uma redução significativa dos teores

de vitamina C na couve foi observada após as etapas de fatiamento e distribuição. Como já mencionado, o fatiamento executado durante a etapa de preparo expõe os tecidos vegetais à incidência de luz e temperatura ambiente, acarretando a diminuição do conteúdo de vitamina C. Além disso, a couve é cortada em fatiador mecânico. Estudo realizado por Barry-Ryan e O'Beirne²⁴ demonstrou que o fatiamento manual retém melhor o ácido ascórbico do que o fatiamento mecânico.

Para o repolho, os teores de vitamina C foram estatisticamente inferiores apenas após a etapa de distribuição para consumo. O grande intervalo de tempo entre o preparo e a ambiente distribuição de, aproximadamente, quarenta minutos, e a exposição das hortaliças à temperatura ambiente e à presença de oxigênio durante a distribuição são fatores que podem explicar a redução dos teores desta vitamina. De acordo com Giannakourou e Taoukis⁸, 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. O repolho apresentou maiores porcentagens de perdas nas etapas de higienização e distribuição.

O tomate e a cenoura cozida apresentaram teores estatisticamente mais reduzidos de vitamina C após cada etapa do processo, incluindo a etapa de armazenamento. No restaurante institucional, estas hortaliças permaneciam estocadas em câmara fria por até sete dias. Uddin *et al.*²⁵ avaliaram a degradação de ácido ascórbico em goiaba seca durante o período de estocagem. Foram observados os efeitos da temperatura de estocagem e atividade de água, pois, com o aumento da atividade de água, de 0,43 para 0,97, e da temperatura, de 30 para 50°C, a razão constante de deterioração aumentou. A cenoura cozida e o tomate apresentaram perdas estatisticamente maiores de vitamina C após a etapa de armazenamento.

Vilas Boas *et al.*¹⁹ avaliaram a qualidade de mangas Tommy Atkins minimamente processadas e concluíram que o teor de vitamina C total das mangas processadas manteve-se elevado até o sexto dia de armazenamento; a partir deste período, houve redução ao longo do armazenamento, indicando perdas de aproximadamente 10%.

A cenoura crua ralada apresentou conteúdos inferiores ($p \leq 0,05$) de vitamina C após as etapas de pré-preparo e distribuição. Como observado por Pinheiro-Sant'Ana *et al.*²⁶, o processo de ralar a cenoura em fatiadores elétricos, além

de causar grande exposição dos tecidos às condições ambientais, causa uma perda considerável de sucos do tecido, o que leva a perdas expressivas de componentes hidrossolúveis como a vitamina C. Durante a exposição para distribuição, os tecidos continuam expostos à temperatura ambiente, luz e oxigênio, condições que podem causar perdas por destruição das vitaminas.

No restaurante institucional, a hortaliça que apresentou maior perda no teor de vitamina C, mais de dois terços do seu conteúdo inicial, foi a cenoura cozida, seguida da cenoura crua ralada e da alface. Já a couve-flor foi a hortaliça que apresentou a menor perda, no entanto, considerável, já que foi maior que um terço do seu valor inicial.

De maneira semelhante ao que ocorreu no restaurante comercial, a maioria das hortaliças preparadas no restaurante institucional, alface, cenoura crua, cenoura cozida, couve e tomate, apresentaram uma maior redução do seu conteúdo de vitamina C na etapa de armazenamento. As exceções foram a couve-flor cozida e o repolho, cujas etapas de cocção e higienização, respectivamente, foram as responsáveis pela maior perda dessa vitamina.

Comparando-se os resultados encontrados no restaurante comercial e no institucional, foi possível verificar que a maioria das hortaliças servidas no restaurante comercial, com exceção do repolho e do tomate, apresentou perdas de vitamina C inferiores às encontradas naquelas servidas no restaurante institucional. Uma das possíveis causas para essa diferença deve-se ao fato da entrega da maior parte das hortaliças acontecer apenas uma vez por semana no restaurante institucional, o que reduz a qualidade das hortaliças pelo tempo prolongado de armazenamento.

Apesar do processo de preparação das hortaliças ocorrer de maneira diferente nos dois restaurantes, as perdas de vitamina C foram bastante consideráveis em ambos, uma vez que para algumas hortaliças essas perdas foram próximas ou superiores a dois terços do teor inicial.

Medidas propostas para controlar perdas de vitamina C

Foi evidenciado neste estudo que o armazenamento foi a etapa responsável por uma perda mais expressiva de vitamina C nos dois restau-

rantes. Algumas medidas que poderiam minimizar a perda desta vitamina nesta etapa são a compra e a recepção de hortaliças de acordo com a demanda dos restaurantes, evitando que estas permaneçam armazenadas por tempo demorado e o armazenamento das hortaliças em temperatura de refrigeração.

Estabelecer pré-requisitos para a aquisição de gêneros tem extrema importância em estabelecimentos para alimentação coletiva. Se a matéria-prima não atender a especificações estabelecidas, compromete-se toda a qualidade definida como objetivo da UAN. Deve-se adquirir gêneros somente dos fornecedores que obedeçam rigorosamente às normas oficiais e que recebam inspeção dos órgãos competentes. É importante, também, realizar visitas periódicas às instalações do fornecedor para verificar a manutenção do padrão de qualidade⁴.

De acordo com Rodrigues¹⁰, outras medidas podem ser adotadas visando prevenir as perdas de vitamina C durante as etapas de manipulação das hortaliças, como monitorar as etapas de higienização e sanitização; realizar o fatiamento próximo ao horário de servir e em pedaços maiores; realizar o cozimento, preferencialmente, a vapor, por pressão ou refogado em óleo; realizar a cocção em água com quantidade suficiente apenas para cobrir as hortaliças; monitorar o tempo e temperatura de cocção; evitar que as hortaliças permaneçam expostas às condições do ambiente por tempo prolongado, entre as etapas de preparo e distribuição.

Conclusões

As perdas da vitamina C nas hortaliças servidas nos restaurantes foram elevadas, de 32,9 a 71,3%, o que mostra a necessidade de adoção de medidas de controle. O armazenamento foi a etapa responsável pela maior perda do conteúdo de vitamina C nas hortaliças preparadas no restaurante comercial e institucional. Como a vitamina C é um dos componentes mais sensíveis a perdas nos alimentos, podendo ser utilizada como indicador da severidade da manipulação e processamento, as medidas de controle adotadas para esta vitamina podem contribuir de forma importante para reduzir as perdas das demais vitaminas.

Colaboradores

FA Moraes e AM Cota trabalharam na execução da pesquisa, na concepção e na redação do artigo. FM Campos efetuou a análise estatística dos dados e participou da correção do artigo. HM Pinheiro-Sant'Ana orientou a execução da pesquisa, a concepção, a redação e correção do artigo.

Agradecimentos

Ao PIBIC/CNPq/UFV, pelo apoio financeiro.

Referências

1. Riekes BH. *Qualidade em unidades de alimentação e nutrição: uma proposta metodológica considerando aspectos nutricionais e sensoriais* [dissertação]. Florianópolis (SC): Universidade Federal de Santa Catarina; 2004.
2. Teixeira S, Milet Z, Carvalho J, Biscontini TM. *Administração aplicada às unidades de alimentação e nutrição*. São Paulo: Atheneu; 2004.
3. Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas. *História, objetivos e mercado*. [acessado 2006 set 12]. Disponível em: <http://www.aberc.com.br>
4. Schneider AP. Fornecimento de hortifrutigranjeiros para unidades de alimentação e nutrição hospitalares. *Rev. Ciênc. Tecnol. Aliment.* 2006; 26(2):253-258.
5. Pinheiro-Sant'Ana HM. 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*; 2004; São Paulo.
6. Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol. Technol.* 2000; 20:207-220.
7. Özkan M, Kirca A, Cemeroglu B. Effects of hydrogen peroxide on the stability of ascorbic acid during storage in various fruit juices. *Food Chem.* 2004; 88:591-597.
8. Giannakourou MC, Taoukis PS. Kinetic modeling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. *Food Chem.* 2003; 83:33-41.
9. Prodanov M, Sierra I, Vidal-Valdere C. Influence of soaking and cooking on the tiamin, riboflavin and niacin contents of legumes. *Food Chem.* 2003; 84:271-277.
10. Rodrigues CMA. *Avaliação e controle de perdas de vitamina C em hortaliças preparadas em restaurante institucional e comercial* [dissertação]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2005.
11. Kawashima LM, SOARES LMV. Mineral profile of raw and cooked leafy vegetables consumed in Southern Brazil. *J. Food Compos. Anal.* 2003; 16:605-611.
12. Guinazi M. *Tocoferóis e tocotrienóis em hortaliças, ovos e óleos vegetais utilizados em restaurantes comerciais* [dissertação]. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa; 2004.
13. United States Department of Agriculture. *Composition of foods raw, processed, prepared*. Nutrient Database for Standard Reference. Agriculture Research Service; Release 17. Washington, D.C.: USDA; 2004.
14. Gökmen V, Kahraman N, Ddemir NM, Acar J. Enzymatically validated liquid chromatographic method for the determination of ascorbic and dehydroascorbic acids in fruit and vegetables. *J Chromatogr. A.* 2000; 881:309-316.
15. Zerdin K, Rooney ML, Vermué J. The vitamin C content of orange juice packed in an oxygen scavenger material. *Food Chem.* 2003; 82: 387-395.
16. Marques PAA, Baldotto PV, Santos ACP, Oliveira L. Qualidade de mudas de alface formadas em bandejas de isopor com diferentes números de células. *Rev. Hort. Bras.* 2003; 21:649-651.
17. Rodrigues CMA, Pinheiro-Sant'Ana HM. É possível prevenir perdas de vitaminas em alimentos? 2003. *Nutrição em Pauta*, 63:12-18.

18. Cantwell MI, Suslow TV. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. *Postharvest technology of horticultural crops* 2002; 36:445-463.
19. Vilas Boas BM, Nunes EE, Fiorini FVA, Lima LCO, Vilas Boas EVB, Coelho AHR. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. *Rev. Bras. Frutic.* 2004; 26(3):540-543.
20. Ottaway PB. *The technology of vitamins in food*. Glasgow: Blackie academia and Professional; 1993.
21. Santos AF, Silva SMS, Alves RE. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração: I-transformações químicas em pós-colheita. *Rev. Bras. Frutic.* 2006; 28(1).
22. Zhang D, Hamauzu Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chem.* 2004; 88: 503-509.
23. Pinheiro-Sant'Ana HM, Penteado MVC, Brandão SCC, Stringheta PC. Stability of B-vitamin in meat prepared by foodservice. 1. Thiamin. *Foodserv Res Int.* 1999; 11:33-52.
24. Barry-Ryan C, O'Beirne D. Ascorbic acid retention in shredded iceberg lettuce as affected by minimal processing. *J Food Sci* 1999; 64:498-500.
25. Uddin MS, Hawlader MNA, Ding L, Mujumdar AS. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. *J. Food Eng.* 2002; 51:21-26.
26. Pinheiro-Sant'Ana HM, Stringheta PC, Brandão SCC, Azeredo RMC. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. *Food Chem.* 1998; 61:145-151.

Artigo apresentado em 07/11/2006

Aprovado em 25/06/2007

Versão final apresentada em 27/07/2007