

CAROTENOS PROVITAMÍNICOS A EM HORTALIÇAS PREPARADAS EM UNIDADES PRODUTORAS DE REFEIÇÕES COMERCIAIS

POLLYANNA COSTA CARDOSO *

PAULO CÉSAR STRINGHETA **

JOSÉ BENÍCIO PAES CHAVES **

CERES MATTOS DELLA LUCIA ***

HELENA MARIA PINHEIRO-SANT'ANA ****

Investigou-se o teor de α e β -caroteno e avaliou-se o valor provitamínico A de cinco hortaliças, servidas cruas e/ou submetidas à cocção, em três Unidades Produtoras de Refeições (UPR) Comerciais, localizadas em Viçosa, MG. Abóbora-moranga e vagem foram analisadas na forma cozida, tomate e pimentão na forma crua, e cenoura, em ambas as formas. Os carotenoides foram analisados por Cromatografia a Líquido de Alta Eficiência (CLAE). O α -caroteno não foi encontrado em tomate e não foi quantificado em abóbora-moranga, pimentão e vagem (teores abaixo do limite de detecção do método). Cenoura crua ralada foi a hortaliça que apresentou o maior teor de α -caroteno (123,74 mg/100 g, base sólidos insolúveis). O β -caroteno foi detectado em todas as hortaliças analisadas, sendo a cenoura cozida em forma de bastão a hortaliça mais rica nesse componente (223,14 mg/100 g, base sólidos insolúveis) e a vagem cozida em rodela a hortaliça com teor mais reduzido (5,60 mg/100 g, base sólidos insolúveis). Não houve diferença estatisticamente significativa ($\alpha=5\%$) nos teores de α e β -caroteno para abóbora-moranga, cenoura, pimentão e vagem preparados em diferentes formas nos restaurantes estudados. Por outro lado, o teor de β -caroteno em tomate fatiado em rodela foi significativamente superior àquele encontrado em tomates fatiados na forma de cubos nos três restaurantes estudados, mostrando que esse tipo de fatiamento preserva melhor esse carotenoide. Com relação ao valor de vitamina A obteve-se perfil similar aos resultados encontrados para β -caroteno, uma vez que esse foi o principal carotenoide provitamínico A encontrado nas hortaliças.

PALAVRAS-CHAVE: α -CAROTENO; β -CAROTENO; PROVITAMINA A; RESTAURANTES COMERCIAIS; CLAE.

* Professora Assistente, Curso de Nutrição, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES (e-mail: pcc@cca.ufes.br).

** Professores Titulares, Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG (e-mails: stringap@ufv.br; jbachaves@ufv.br).

*** Professora Adjunta 1, Curso de Nutrição, Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, ES (e-mail: ceresnut@yahoo.com.br).

**** Professora Associada, Departamento de Nutrição e Saúde, UFRV, Viçosa, MG (e-mail: helenasantana@ufrv.br).

1 INTRODUÇÃO

O maior interesse em relação aos carotenoides, pigmentos responsáveis pela coloração amarelo-alaranjada de flores e frutos, está em sua ação antioxidante que reduz o estresse oxidativo do organismo. Atua também na prevenção de determinados tipos de câncer, de doenças cardiovasculares e catarata, bem como sobre o sistema imunológico (BARBA et al., 2006). O β -caroteno, uma provitamina A, atua na proteção do corpo contra certas doenças e retarda o envelhecimento, sendo também usado como corante natural em produtos alimentícios (OLSON, 1999). Estudos epidemiológicos têm reportado possível associação entre a ingestão de hortaliças e frutas e a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (QUIRÓS e COSTA, 2006).

A deficiência de vitamina A (DVA) tem sido considerada problema grave em mais de sessenta países. Em todo o mundo, estima-se que cerca de 4,4 milhões de pré-escolares sofram com os sinais clínicos da carência de vitamina A e que 127 milhões apresentem a deficiência na forma subclínica (WHO, 2000). Os inquéritos bioquímicos disponíveis no Brasil confirmam que a DVA constitui problema de saúde pública nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Paraíba, Bahia e Amazonas. Ainda que inquéritos nacionais sejam escassos no Brasil, a prevalência de DVA está estimada entre 16 e 74% em crianças menores de seis anos (RAMALHO, FLORES e SAUNDERS, 2002; WEST JÚNIOR, 2002).

Populações em risco de deficiência de vitamina A, em geral, dependem de carotenoides provitamínicos A para atingirem suas recomendações diárias. Entretanto, esses compostos são muito sensíveis à luz, ao calor e ao oxigênio devido ao seu alto grau de insaturação. São bastante susceptíveis à isomerização e à oxidação, o que leva à decomposição e à perda de cor e de valor nutritivo. As condições para degradação dos carotenoides estão presentes nos diversos métodos de cocção e estocagem dos vegetais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989), o que torna importante o seu estudo em hortaliças preparadas na forma crua e cozida.

Os Restaurantes ou Unidades Produtoras de Refeições (UPR) comerciais vêm crescendo muito no Brasil, especialmente nos grandes centros urbanos e cidades universitárias. Percebe-se que as pessoas cada vez mais fazem suas refeições nesses estabelecimentos por necessidade ou preferência. De acordo com dados da Associação Brasileira de Refeições Coletivas (ABERC), sua dimensão e a importância desses na economia nacional podem ser medidas a partir dos números gerados pelo segmento no ano de 2006. O mercado de refeições coletivas forneceu 7 milhões de refeições/dia, movimentando 7,5 bilhões de reais por ano e oferecendo 175 mil empregos diretos. O volume diário de alimentos alcançou 3 mil toneladas, representando receita de 1 bilhão de reais anuais entre impostos e contribuições para os governos. Calcula-se que o potencial teórico de produção de refeições no Brasil seja superior a 40 milhões de unidades diariamente, o que demonstra que o segmento ainda tem muito para crescer (ABERC, 2007). Segundo LÔBO (1999), esses estabelecimentos têm se preocupado em padronizar seus serviços, atendimento e princípios de controle de qualidade das refeições.

Como os carotenoides são pigmentos extremamente instáveis, seus teores e valor vitamínico A nos alimentos variam qualitativa e quantitativamente conforme os processos de estocagem e preparo dos vegetais. Estudos envolvendo a análise dos teores desses compostos em hortaliças servidas em restaurantes comerciais são escassos, sendo as informações neste sentido bastante limitadas. Assim, este estudo teve como objetivo investigar os teores de α e β -caroteno em hortaliças cruas e cozidas, submetidas a diferentes cortes, servidas em UPR comerciais de Viçosa-MG, além de avaliar o seu valor provitamínico A.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 HORTALIÇAS UTILIZADAS E RESTAURANTES COLABORADORES

Foram utilizadas amostras de abóbora-moranga (*Cucurbita pepo*), cenoura (*Daucus carota*), pimentão verde (*Capsicum annum*), tomate (*Solanum lycopersicum*) e vagem (*Phaseolus vulgaris*).

Após visita a oito UPR comerciais localizadas na cidade de Viçosa, três foram selecionadas para

o presente estudo. A escolha dos restaurantes ocorreu com base em observações durante as visitas iniciais a fim de selecionar os que preparassem as mesmas hortaliças, sob condições semelhantes.

2.2 PREPARAÇÃO E COLETA DAS AMOSTRAS

As hortaliças foram preparadas de acordo com os métodos rotineiramente utilizados pelos estabelecimentos. Assim, foi possível analisar o conteúdo dos carotenoides presentes nas hortaliças em condições reais de preparação. As condições de estocagem e preparação das hortaliças constam das Tabelas 1 e 2.

A maior parte das hortaliças foi armazenada em temperatura em torno de 22°C em prateleiras, sendo algumas refrigeradas após o pré-preparo em temperatura em torno de 10°C. O armazenamento foi de no máximo dois dias em todas as unidades. Observou-se que a higienização dos vegetais envolveu apenas lavagem em água corrente.

No pré-preparo foi utilizado o descascamento manual com facas de inox, modelo doméstico, ou descascador de legumes. Apenas um restaurante utilizou descascador de legumes elétrico em algumas preparações.

Todas as hortaliças participam da composição de diversos pratos frios e quentes, mas foi considerado apenas seu preparo cru (tomate, pimentão e cenoura) e/ou cozido (abóbora-moranga, vagem e cenoura). Excluiu-se qualquer preparação que utilizasse óleo na cocção, devido à dificuldade na extração e quantificação dos carotenoides das amostras.

O tempo e a temperatura de cocção não sofreram grande variação entre os restaurantes, pois todos utilizam o mesmo equipamento (panela autoclave semivácuo a vapor).

TABELA 1 - CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO E HIGIENIZAÇÃO DAS HORTALIÇAS UTILIZADAS EM UPR COMERCIAIS DE VIÇOSA, MG

Hortaliças	UPR		
	1	2	3
Abóbora-moranga	Refrigerada a 10°C (após pré-preparo) por 16h ou armazenada em prateleiras da despensa com temperatura em torno de 20 a 28°C por aproximadamente 24h e higienizada apenas com água	Armazenada em prateleiras da despensa com temperatura em torno de 18 a 25°C por aproximadamente 48h e higienizada apenas com água	Refrigerada a 10°C (após pré-preparo) por aproximadamente 16h e higienizada apenas com água
Cenoura e Tomate	Armazenados em prateleiras da despensa com temperatura em torno de 18 a 28°C por aproximadamente 24h e higienizados apenas com água	Armazenados em prateleiras da despensa com temperatura em torno de 18 a 25°C por aproximadamente 48h e higienizados apenas com água	Armazenados em caixas de madeira na despensa com temperatura em torno de 18 a 25°C por aproximadamente 16h ou 32h* e higienizados apenas com água
Pimentão verde e Vagem	Armazenados em prateleiras da despensa com temperatura em torno de 20 a 28°C por aproximadamente 24h e higienizados apenas com água	Refrigerados a 10°C (após pré-preparo) por aproximadamente 16h e higienizados apenas com água	Refrigerados a 10°C (após pré-preparo) por aproximadamente 16h e higienizados apenas com água

* dependendo do horário de entrega pelos mercados.

**TABELA 2 - CONDIÇÕES DE PRÉ-PREPARO E PREPARO DAS HORTALIÇAS EM UPR
COMERCIAIS DE VIÇOSA, MG**

Hortaliças	UPR		
	1	2	3
Abóbora-moranga	Cozida: pedaços (2,0 a 3,0 cm* por 2,0 cm**)	Cozida: pedaços (2,0 a 2,5 cm* por 2,0 cm**)	Cozida: pedaços (2,0 a 2,5 cm* por 2,0 cm**)
Cenoura	Crua, ralada (3,5 a 5,0 cm* por 0,1 cm**)/ Cozida: bastão (3,0 a 4,0 cm* por 1,0 cm**), cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (2,5 a 4,0 cm* por 0,4 cm**)	Crua, ralada (2,0 a 2,5 cm* por 0,1 cm**)/ Cozida: bastão (3,0 a 3,5 cm* por 1,0 cm**), cubo (1,0 cm* por 0,5 cm**), rodela (2,5 a 4,0 cm* por 0,3 cm**)	Crua, ralada (2,5 a 4,0 cm* por 0,1 cm**)/ Cozida: bastão (3,0 a 4,0 cm* por 1,0 cm**), cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (2,5 a 5,0 cm* por 0,3 cm**)
Pimentão	Cru: cubo (1,0 cm* por 0,5 cm**), rodela (3,5 a 4,5 cm* por 0,5 cm**)	Cru: cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (4,0 a 4,5 cm* por 0,5 cm**)	Cru: cubo (1,0 cm* por 0,7 cm**), rodela (4,0 a 5,0 cm* por 0,3 cm**)
Tomate	Cru: cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (5,0 a 6,0 cm* por 0,5 cm**)	Cru: cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (4,0 a 5,0 cm* por 0,5 cm**)	Cru: cubo (1,0 cm* por 1,0 cm**), rodela (5,0 a 6,0 cm* por 0,7 cm**)
Vagem	Cozida: cubo (1,0 cm* por 0,5 cm**)	Cozida: cubo (0,7 cm* por 0,5 cm**)	Cozida: cubo (1,0 cm* por 0,7 cm**)

* Comprimento do corte da hortaliça.

**Largura do corte da hortaliça.

Cerca de 50 gramas de cada hortaliça foram coletados, embalados em sacos plásticos transparentes, cobertos com papel alumínio, identificados e levados ao laboratório. As amostras foram armazenadas em geladeira em temperatura em torno de 5-10°C até a realização das análises. Todas as análises químicas foram realizadas no período máximo de cinco dias. A extração e análise dos carotenoides ocorreram no período máximo de três dias após coleta das amostras nos estabelecimentos.

Três repetições de cada preparação, para cada hortaliça, foram efetuadas. Assim, cada uma das preparações foi realizada em dias diferentes, utilizando-se diferentes lotes de hortaliças.

2.3 REAGENTES E EQUIPAMENTOS

Para preparo das amostras foram utilizados reagentes com grau de pureza para análise (p.a.): acetona, éter de petróleo, sulfato de sódio anidro, éter etílico, hyflosupercel e óxido de magnésio. Para filtração das amostras foram utilizados papel de filtro livre de cinzas n°40, Whatman, Inglaterra; seringas descartáveis esterilizadas de 3 mL, da Arrow Medical Supply Co. Ltda, Korea; unidades filtrantes HV Millex, em polietileno, 0,45 µm de porosidade da Millipore, Brasil. Para preparação das fases móveis foram utilizados metanol da Tedia, USA, acetonitrila OmniSolv, da EM Science, USA e acetato de etila da Merck, Brasil, todos grau HPLC. Como padrões vitamínicos foram utilizados α e β -caroteno, extraídos de cenoura por cromatografia de coluna aberta.

Para preparo das amostras foram utilizados os seguintes equipamentos: microtritador, modelo MA 102, Marconi; bomba de vácuo; evaporador rotativo, modelo 344.1, Quimis. As fases móveis foram degaseificadas em vibrador ultrassônico Odontobrás, T-14.

As análises foram realizadas em cromatógrafo a líquido de alta eficiência, modelo LC 10 AD, Shimadzu; munido de bomba de alta pressão; injetor manual, com "loop" de 50 µL, Coluna Lichrospher 100, RP-18, 5 µm, Merck, com 250 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno; detector espectrofotométrico, Ultravioleta modelo SPD 10 AV, Shimadzu.

2.4 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE, SÓLIDOS TOTAIS, SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS

Os teores de umidade e de sólidos totais foram determinados conforme SILVA (1981). A determinação de sólidos insolúveis foi realizada segundo as *Normas Analíticas do Instituto Adolfo*

Lutz (1985), com algumas modificações. Cerca de 10 g de cada amostra foram pesadas em balança analítica, trituradas com 30 mL de água destilada em microtritador e transferidas para bquer de 400 mL. Após adição de 100 mL de água destilada a 80-85°C, as amostras foram aquecidas até ebulição por 20 minutos, filtradas a vácuo em funil de büchner e papel de filtro livre de cinzas. O papel de filtro foi previamente lavado com água destilada a 80-85°C e aquecido em estufa a 105°C por 1 hora, resfriado em dessecador e pesado. O resíduo foi, então, lavado com 300 mL de água destilada a 80-85°C, eliminando-se o excesso por sucção com auxílio de bomba de vácuo. Logo após o papel de filtro com o resíduo foi aquecido a 75°C por 24 horas em estufa com circulação forçada de ar, resfriado em dessecador e pesado.

Os sólidos solúveis foram determinados pela diferença entre sólidos totais e insolúveis. A determinação desses componentes visou à expressão dos carotenoides em base sólidos insolúveis.

2.5 EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE CAROTENOIDES

A extração e análise das amostras foram realizadas com as luzes apagadas, tomando-se o cuidado de proteger os pigmentos da luz e do oxigênio, usando papel alumínio para cobrir as vidrarias, frascos de vidro âmbar e cortinas do tipo *blackout*.

O processo de extração baseou-se no procedimento descrito por RODRIGUEZ et al. (1976), com algumas modificações. Foram pesados cerca de 5 g de cada amostra e logo após adicionados em torno de 100 mL de acetona resfriada à amostra, que foi triturada em microtritador. Filtrou-se o material a vácuo em funil de Büchner, utilizando-se papel de filtro. A extração com acetona foi repetida até o resíduo do filtro tornar-se incolor. Em seguida, transferiu-se o filtrado aos poucos para funil de separação, adicionando 100 mL de éter de petróleo resfriado para que ocorresse a transferência dos pigmentos da acetona para o éter. Cada fração foi lavada com água destilada 3 vezes para retirar toda a acetona.

Concentrou-se o material acrescentando sulfato de sódio anidro ao éter de petróleo para retirar qualquer resíduo de água que porventura tivesse restado e que pudesse prejudicar a evaporação do material. Efetuou-se a evaporação do extrato em éter de petróleo em evaporador rotativo na temperatura de 33°C. Os pigmentos foram, então, redissolvidos em quantidade conhecida de éter de petróleo (balão volumétrico de 25 mL) e armazenados em frascos de vidro âmbar em congelador (aproximadamente -5°C) até a análise dos carotenoides.

Utilizou-se o material obtido da extração de pigmentos na realização das análises por cromatografia a líquido de alta eficiência (CLAE). Uma alíquota (2 mL) do extrato armazenado em éter de petróleo foi evaporada sob fluxo de nitrogênio e, em seguida, recuperada em quantidade conhecida de acetona. O extrato foi filtrado em unidade filtrante HV Millex e injetado na coluna cromatográfica para análise.

2.6 PREPARO DOS PADRÕES DE α e β -CAROTENO

Como padrões vitamínicos foram utilizados α e β -caroteno extraídos de cenoura por cromatografia de coluna aberta, segundo PINHEIRO-SANT'ANA (1995). Para realizar a separação dos padrões vitamínicos utilizou-se coluna cromatográfica empacotada com óxido de magnésio: hyflosupercel (1:2). A extração dos pigmentos da amostra de cenoura ocorreu imediatamente antes de sua eluição na coluna cromatográfica. A amostra foi eluída com 2% de éter etílico em éter de petróleo, e diversas frações recolhidas e identificadas pelos seguintes parâmetros: ordem de eluição das frações na coluna; coloração dos pigmentos eluídos; tempo de retenção em CLAE; espectros de absorção dos carotenoides de interesse.

Realizou-se a quantificação das soluções padrão de α e β -caroteno por espectrofotometria com base na absorvância máxima, segundo a lei de Beer. O coeficiente de absortividade utilizado para o padrão de β -caroteno foi 2592, sendo o comprimento de onda de máxima absorção 450 nm. Para α -caroteno, o coeficiente de absortividade e o comprimento de onda foram 2800 e 443 nm, respectivamente (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989).

Após a quantificação, as soluções padrão de α e β -caroteno foram secas sob fluxo de nitrogênio, retomadas em quantidade conhecida de acetona e filtradas em unidades filtrantes idênticas às usadas para as amostras. Em seguida, foram injetados 5, 30 e 50 μ L de duas soluções, uma com 1,36 μ g/mL e a segunda com 4,07 μ g/mL de α -caroteno, e 5, 30 e 50 μ L de duas soluções, uma com 1,75 μ g/mL e outra com 5,61 μ g/mL de β -caroteno. Os valores obtidos foram plotados em gráfico.

2.7 CÁLCULO DO VALOR DE VITAMINA A

O valor de vitamina A foi expresso em Equivalente de Atividade de Retinol (RAE) por 100 g de amostra, de acordo com os novos fatores de conversão para valor de vitamina A estabelecidos pelo INSTITUTE OF MEDICINE (2001). Cada RAE corresponde a 1 μ g de retinol, ou 12 μ g de β -caroteno ou 24 μ g de outros carotenoides provitamínicos. O fator de conversão de α -caroteno foi estabelecido por extrapolação, com base no fato de sua atividade provitamínica A ser considerada cerca de metade da atividade do β -caroteno.

2.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio do programa SAS (2003), versão 9.1, licenciado para a Universidade Federal de Viçosa. A análise de variância ($\alpha=5\%$) do conteúdo de carotenoides de cada hortaliça foi realizada para testar diferenças significativas entre os restaurantes comerciais. Para abóbora-moranga e vagem utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com 3 estabelecimentos (tratamento) e 3 repetições de cada hortaliça. Para tomate e pimentão usou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial, com tipo de corte (cubo ou rodela), em 2 níveis e os estabelecimentos em 3 níveis. Para cenoura também empregou-se delineamento inteiramente casualizado, no esquema fatorial, com tipo de corte (ralada, bastão, cubo e rodela) em 4 níveis e os estabelecimentos em 3 níveis. O teste de amplitudes múltiplas de Duncan ($\alpha=5\%$) foi utilizado para analisar as diferenças existentes entre as médias dos teores de carotenoides entre os tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE CROMATOGRÁFICA DAS HORTALIÇAS

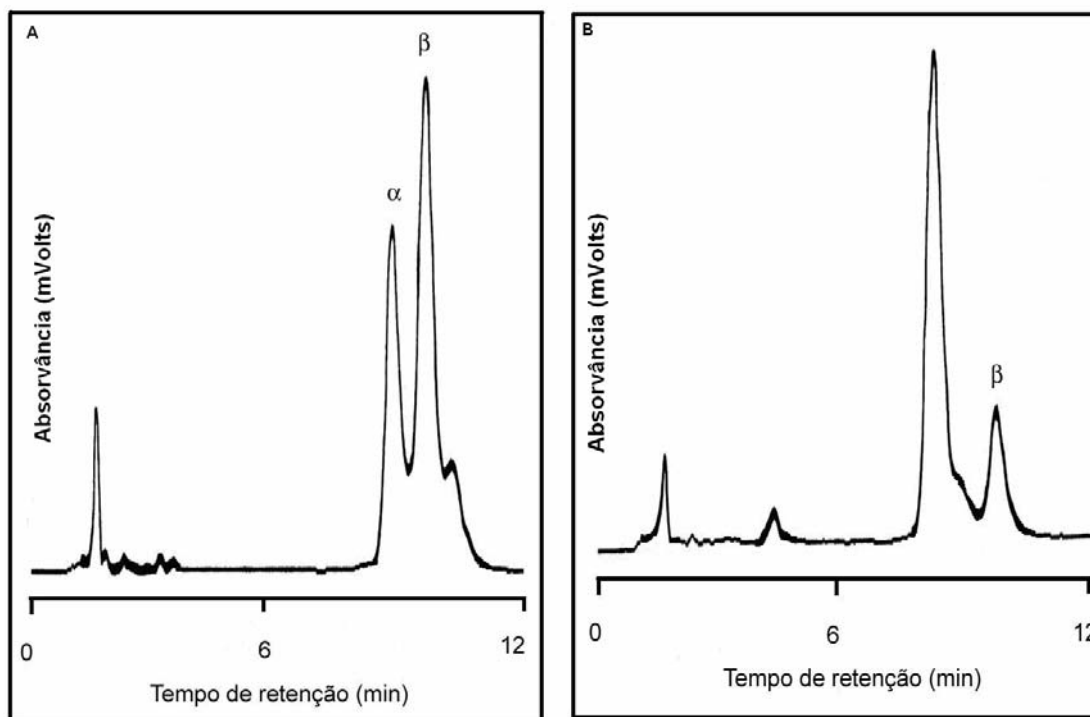
A Figura 1 mostra cromatogramas típicos obtidos de amostras de duas hortaliças investigadas neste estudo.

Observa-se pequena cauda após o pico de β -caroteno no primeiro cromatograma, que provavelmente corresponde à forma isomérica cis do β -caroteno, que poderia estar presente na amostra, ou ter se formado pelo processo de cocção do vegetal ou mesmo durante a análise. Segundo GODOY e RODRIGUES-AMAYA (1998), os isômeros cis podem ser encontrados na maioria dos vegetais cozidos, indicando que a temperatura constitui importante fator no seu aparecimento, mas geralmente em baixos níveis.

3.2 TEORES DE α E β -CAROTENO E VALOR DE VITAMINA A NAS AMOSTRAS

Os teores de α e β -caroteno e o valor de vitamina A das hortaliças após os diferentes métodos de preparação são apresentados na Tabela 3.

FIGURA 1 - IDENTIFICAÇÃO POR CLAE DE CAROTENOS EM AMOSTRAS DE CENOURA COZIDA (A) E TOMATE CRU (B)



Condições cromatográficas: fase móvel - metanol: acetonitrila: acetato de etila (80:10:10); coluna RP 18; detecção a 450 nm; vazão: 2 mL/min; injeção: 20 μ L.

Observa-se pela Tabela 3 que não foi quantificado α -caroteno em abóbora-moranga, pimentão e vagem, devido aos valores constatados estarem abaixo do limite de detecção. Já em tomate, o α -caroteno não foi encontrado. GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA (1998); HART e SCOTT (1995); GRANADO et al. (1992) também não encontraram α -caroteno em pimentão. CAMPOS et al. (2006) não detectaram α -caroteno em pimentão e vagem, enquanto CAMPOS (2006) não encontrou α -caroteno em tomate.

Os teores de α -caroteno variaram de 66,3 a 136,75 mg/100 g para cenoura, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significativa entre os cortes utilizados nos diferentes restaurantes. O conteúdo médio de α -caroteno encontrado (Figura 2) em cenoura cozida nos cortes bastão, cubo e rodela (120, 98 e 106 mg/100 g, respectivamente) está de acordo com os resultados de PINHEIRO-SANT'ANA et al. (1998) que avaliaram os teores de carotenoides provitamínicos A em cenouras da variedade Nantes, preparadas numa Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN). Detectaram, em média, para o método de cocção a vapor 113,97 mg/100 g (valores entre 66,36 e 165,08 mg/100 g) de α -caroteno. Esse fato pode ser explicado pelas condições semelhantes de estudo, tais como variedade, condições climáticas e região geográfica.

Não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas em relação ao conteúdo de β -caroteno nas amostras de abóbora-moranga, o que pode ser explicado pela grande variação desse nutriente entre as repetições realizadas nas UPR comerciais. Esse fato pode ser devido a vários fatores não controlados neste experimento como, variedade do vegetal, forma de cultivo, época de colheita e forma de transporte, visto que o objetivo foi simular as condições reais utilizadas pelos restaurantes.

TABELA 3 - TEORES MÉDIOS DE α E β -CAROTENO (mg/100 g) E VALOR DE VITAMINA A (μ g RAE/100 g) EM HORTALIÇAS PREPARADAS EM UPR COMERCIAIS DE VIÇOSA, MG

UPR	Preparação	ACSI* (mg/100 g)	ACVA* (μ g RAE/100 g)	BCSI* (mg/100 g)	BCVA* (μ g RAE/100 g)
1	Ab. moranga cubo	ND	ND	20,00a	1666,67a
2	Ab. moranga cubo	ND	ND	43,40a	3616,67a
3	Ab. moranga cubo	ND	ND	20,58a	1715,00a
1	Cenoura ralada	111,53b	4647,08b	224,53b	18710,83b
2	Cenoura ralada	136,75b	5697,92b	171,07b	14255,83b
3	Cenoura ralada	122,92b	5121,67b	199,03b	16585,83b
1	Cenoura bastão	101,62b	4234,17b	252,46b	21038,33b
2	Cenoura bastão	133,78b	5574,17b	210,06b	17505,00b
3	Cenoura bastão	124,39b	5182,92b	206,91b	17242,50b
1	Cenoura cubo	66,30b	2762,50b	160,84b	13403,33b
2	Cenoura cubo	118,13b	4922,08b	189,96b	15830,00b
3	Cenoura cubo	110,19b	4591,25b	181,17b	15097,50b
1	Cenoura rodela	120,50b	5020,83b	214,57b	17880,83b
2	Cenoura rodela	89,06b	3710,83b	144,07b	12005,83b
3	Cenoura rodela	109,16b	4548,33b	194,87b	16239,17b
1	Pimentão cubo	ND	ND	10,47c	872,50c
2	Pimentão cubo	ND	ND	10,73c	894,17c
3	Pimentão cubo	ND	ND	11,68c	973,33c
1	Pimentão rodela	ND	ND	9,24c	770,00c
2	Pimentão rodela	ND	ND	12,35c	1029,17c
3	Pimentão rodela	ND	ND	12,44c	1036,67c
1	Tomate cubo	0,00	0,00	14,84d	1236,67d
2	Tomate cubo	0,00	0,00	12,94d	1078,33d
3	Tomate cubo	0,00	0,00	17,12d	1426,67d
1	Tomate rodela	0,00	0,00	32,71e	2725,83e
2	Tomate rodela	0,00	0,00	16,76e	1396,67e
3	Tomate rodela	0,00	0,00	20,96e	1746,67e
1	Vagem rodela	ND	ND	5,32f	443,33f
2	Vagem rodela	ND	ND	6,06f	505,00f
3	Vagem rodela	ND	ND	5,42f	451,67f

*Média de 3 repetições.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna para cada uma das hortaliças não diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pela Análise de Variância ou pelo teste de Duncan.

ND = não detectado (abaixo do limite de detecção).

ACSI = α -caroteno na base sólidos insolúveis.

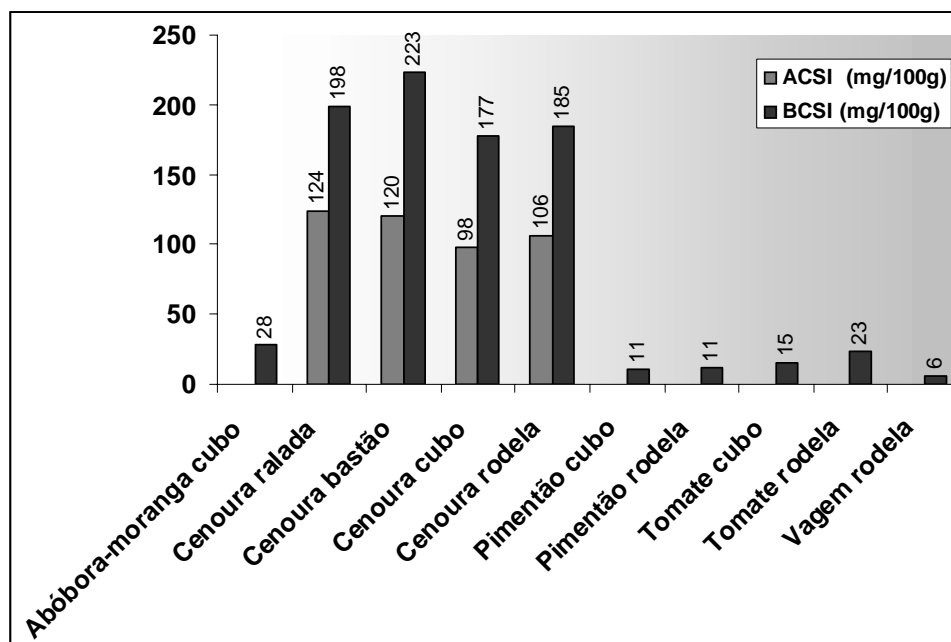
ACVA = valor de vitamina A a partir de α -caroteno.

BCSI = β -caroteno na base sólidos insolúveis.

BCVA = valor de vitamina A a partir de β -caroteno.

Para cenoura, os teores médios de β -caroteno encontrados neste estudo foram 198, 223, 177, 185 mg/100 g para a forma ralada, bastão, cubo e rodela, respectivamente (Figura 2). Contudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os teores de β -caroteno e o valor de vitamina A presentes nas amostras de cenoura preparadas na forma crua e cozida pelas UPR comerciais (Tabela 3). Apesar disso, verifica-se que as amostras cozidas na forma bastão apresentaram valores superiores em relação ao vegetal preparado nas outras formas. Acredita-se que a forma bastão apresente menor superfície de contato com as condições de degradação dos carotenos, podendo ter contribuído para reduzir as perdas. ROCK et al. (1998) reportam que o tratamento térmico provoca isomerização dos carotenoides da forma trans para a forma cis, o que pode contribuir para a superestimação do valor de vitamina A. PINHEIRO-SANT'ANA et al. (1998) detectaram em cenoura cozida a vapor teor médio de 222 mg/100 g (entre 131,3 e 312,5 mg/100 g) de β -caroteno.

FIGURA 2 - VALORES MÉDIOS DE α E β -CAROTENO ENCONTRADOS NAS HORTALIÇAS PREPARADAS EM UPR COMERCIAIS DE VIÇOSA, MG



ACSI: α -caroteno na base sólidos insolúveis. BCSI: β -caroteno na base sólidos insolúveis.

A Tabela 3 mostra que não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os teores de β -caroteno nas amostras de pimentão, quando considerados os três restaurantes e diferentes cortes, provavelmente devido aos métodos de preparo semelhantes utilizados.

Quanto ao tomate (Figura 2), o conteúdo de β -caroteno na amostra fatiada na forma de rodela (23 mg/100 g, em média) foi significativamente superior àquele encontrado na forma de cubo (15 mg/100 g, em média). Esse resultado deve-se possivelmente ao método de pré-preparo (tipo de corte), aos diversos estágios de maturação, às estações do ano e/ou às diferentes variedades do vegetal, já que os restaurantes não contavam com os mesmos fornecedores. Deve-se salientar que o fatiamento em cubo expõe o vegetal a maiores perdas devido à maior superfície de contato, danificando o tecido vegetal e expondo mais os carotenoides às condições de degradação (CAMPOS, 2006). Em estudo realizado por BORGUINI (2002), os cultivares de tomate “Carmem” e “Débora” apresentaram teores médios de β -caroteno entre 18,55 e 22,78 mg/100 g. ABUSHITA, DAOOD e BIACS (2000) encontraram teores de β -caroteno em tomates para salada de diferentes variedades entre 28,50 e 61,70 mg/100 g. No município de Viçosa, tomates coletados em três estações do ano apresentaram em média 59,90 mg/100 g de β -caroteno (CAMPOS et al., 2006).

As amostras de vagem preparadas nas três UPR não apresentaram diferenças estatisticamente significativas com relação ao teor de β -caroteno (Tabela 3). Isso pode ser atribuído ao método de pré-preparo (tipo de corte) e ao tempo de cocção, semelhantes entre os restaurantes. Estudo realizado por DE SÁ E RODRIGUEZ-AMAYA (2004) reportou teores de β -caroteno de 2,6 mg/100 g em vagem cozida e de 2,9 mg/100 g em vagem refogada, aproximadamente metade do conteúdo encontrado no presente estudo (6 mg/100 g, em média).

A comparação dos resultados encontrados nas hortaliças analisadas com dados da literatura tornou-se difícil, uma vez que a maior parte dos estudos expressa seus resultados em base úmida. Optou-se, assim mesmo, por expressar o teor dos carotenos e o valor de vitamina A na base sólidos insolúveis, já que os carotenoides estão presentes na fração sólidos insolúveis (apesar da maioria das tabelas de composição de alimentos expressá-lo apenas na base úmida). A expressão dos resultados nessa base é mais confiável, especialmente para os vegetais que sofreram cocção, visto que podem

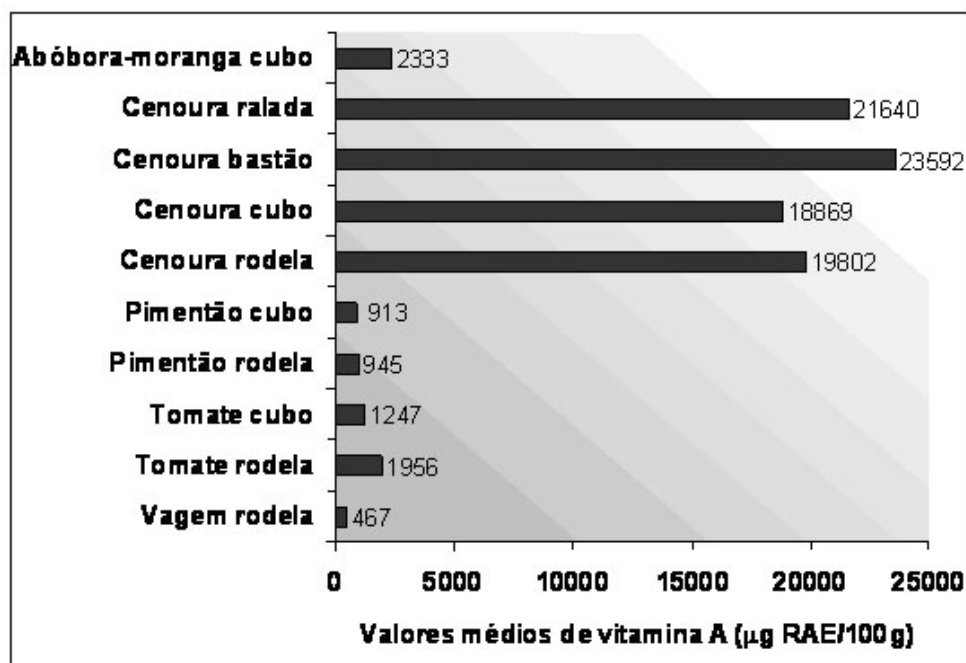
ocorrer perdas de sólidos solúveis e absorção de água durante a cocção, o que dificulta a comparação com os respectivos vegetais na forma crua.

Ainda há divergência na literatura a respeito dos efeitos do cozimento sobre o teor de carotenoides de vegetais. Alguns autores consideram que o cozimento pode causar perda de carotenoides (GODOY e RODRIGUEZ-AMAYA, 1998), enquanto outros não mostraram perdas ou verificaram aumento da concentração de carotenoides (LESSIN, CATIGANI e SCHWARTZ, 1997; HART e SCOTT, 1995; GRANADO et al., 1992; KHACHIK et al., 1992). O aumento no teor de carotenoides tem sido atribuído a maior eficiência na extração, devido ao tratamento térmico inativar enzimas oxidativas e desnaturar os complexos carotenoide-proteína existentes nas células vegetais (LESSIN, CATIGANI e SCHWARTZ, 1997; KHACHIK et al., 1992).

Alguns estudos têm evidenciado que a biodisponibilidade de carotenoides em vegetais pode aumentar com o processamento (ROCK et al., 1998). VAN HET HOF et al. (1998) revisaram dados sobre o efeito do processamento de vegetais na biodisponibilidade de carotenoides e afirmaram que o tratamento térmico pode aumentar a biodisponibilidade de carotenoides. É possível que mesmo havendo perdas de carotenoides após o processamento, os restantes sejam melhor absorvidos.

O valor de vitamina A foi calculado em relação aos teores de α e β -caroteno detectados nas hortaliças analisadas. Observa-se pela Figura 3, que a cenoura foi a hortaliça que apresentou o maior valor provitâmico A. É importante salientar que embora a cenoura seja rotineiramente submetida à cocção em restaurantes comerciais, essa hortaliça ainda constitui importante fonte de provitamina A. A vagem, o pimentão, o tomate e a abóbora-moranga representam, nessa ordem de importância, contribuição considerável para o suprimento diário de vitamina A.

FIGURA 3 - VALORES MÉDIOS DE VITAMINA A A PARTIR DE α E β -CAROTENO ENCONTRADOS NAS HORTALIÇAS PREPARADAS EM UPR COMERCIAIS DE VIÇOSA, MG



4 CONCLUSÃO

Não foi possível quantificar o α -caroteno em abóbora-moranga, pimentão e vagem preparados em UPR comerciais. Em cenoura, o α -caroteno foi detectado em quantidades apreciáveis, enquanto em tomate não foi encontrado. O β -caroteno foi detectado em todas as hortaliças analisadas e em quantidades apreciáveis, merecendo destaque a cenoura por ser a hortaliça mais rica nesse caroteno.

De maneira geral, os métodos de preparação (incluindo diferentes cortes) de hortaliças servidas cruas e cozidas a vapor nas UPR comerciais estudadas preservaram bem os teores de α e β -caroteno.

As hortaliças cruas e/ou cozidas servidas em restaurantes comerciais apresentaram-se como importantes fontes de carotenos provitamínicos A, podendo suprir quota considerável da recomendação diária de ingestão de vitamina A.

ABSTRACT

PROVITAMIN A CAROTENES IN VEGETABLES PREPARED AT PRODUCTION UNITS OF COMMERCIAL MEALS

This study investigated the content of α and β -carotene and the provitamin A value of five vegetables, raw and/or cooked served at three Commercial Meal Production Units in Viçosa, MG, Brazil. Pumpkin and green bean were analyzed in the cooked form, tomato and green pepper were analyzed in the raw form and carrot, in both forms. The carotenoids were analysed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). The α -carotene wasn't quantified in pumpkin, green pepper and green bean (values below the detection limit of the method); and it wasn't found in tomato. Raw shredded carrot was the vegetable with the greatest content of α -carotene (123.74 mg/100 g of insoluble solids). β -carotene was detected in all the vegetables analyzed, being cooked stick carrot the vegetable with the greatest content of this component (223.14 mg/100 g of insoluble solids) and cooked sliced green bean showed the lowest content (5.60 mg/100 g of insoluble solids). It wasn't found statistical differences ($\alpha=5\%$) on the contents of α and β -carotene in pumpkin, carrot, green pepper and green bean prepared in different forms at the studied restaurants. On the other hand, the content of β -carotene in sliced tomato was significantly higher than in cube tomato, at three studied restaurants, showing that this is the kind of slicing that better preserves this carotenoid. Regarding to the vitamin A value, there was a similar behavior between these results and those found to β -carotene, since this is the main provitamin A carotenoid found in vegetables.

KEY-WORDS: α -CAROTENE; β -CAROTENE; PROVITAMIN A; COMMERCIAL RESTAURANTS; HPLC.

REFERÊNCIAS

- 1 ABERC. Associação Brasileira de Refeições Coletivas. **História e mercado**. São Paulo, 2007. Disponível em <<http://www.aberc.com.br/base.asp?id=2>>. Acesso em: 29 de agosto de 2007.
- 2 ABUSHITA, A.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.48, p.2075-2081, 2000.
- 3 BARBA, A.I.O.; HURTADO, M.C.; MATA, M.C.S.; RUIZ, V.F.; TEJADA, M.L.S. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. **Food Chemistry**, v.95, p.328-336, 2006.
- 4 BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) orgânico: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor**. São Paulo, 2002, 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo.
- 5 CAMPOS, F.M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando a preservação de vitamina C e carotenoides**. Viçosa, 2006, 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição), Universidade Federal de Viçosa.
- 6 CAMPOS, F.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; SOUZA, P.M.; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J.B.P. Provitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal da cidade de Viçosa-MG, em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p.33-40, 2006.
- 7 DE SÁ, M.C.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Optimization of HPLC quantification of carotenoids in cooked green vegetables – comparison of analytical and calculated data. **Journal of Food and Composition Analysis**, v.17, p.37-51, 2004.
- 8 GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Occurrence of cis isomers of provitamins A in Brazilian vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.46, p.3081-3086, 1998.
- 9 GRANADO, F.; OLMEDILLA, B.; BLANCO, I.; ROJAS-HIDALGO, E. Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.40, p.2135-2140, 1992.
- 10 HART, D.J.; SCOTT, K.J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. **Food Chemistry**, v.54, p.101-111, 1995.
- 11 INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine,**

- Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc.** Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 797 p.
- 12 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3 ed. São Paulo, 1985. v.1, p.125 e 181.
 - 13 KHACHIK, F.; GOLI, M.B.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.; LUSBY, W.R.; TENORIO, M.D.; BARRERA, M.R. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoid constituents of tomatoes and several green vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.40, p.390-398, 1992.
 - 14 LESSIN, W.J.; CATIGANI, G.L.; SCHWARTZ, S.J. Quantification of cis-trans isomers of provitamin A carotenoids in fresh and processed fruits and vegetables. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.45, p.3728-3732, 1997.
 - 15 LÔBO, A. **Manual de estrutura e organização do restaurante comercial.** São Paulo: Atheneu, 1999.
 - 16 OLSON, J.A. Carotenoids. In: SHILS, M.E.; OLSON, J.A.; SHIKE, M.; ROSS, A.C. **Modern nutrition in health and disease.** Baltimore: Williams & Wilkins, 1999. p.525-541.
 - 17 PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. **Efeito do método de preparo sobre a estabilidade de carotenóides em cenoura (*Daucus carota* L.).** Viçosa, 1995. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa.
 - 18 PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; STRINGHETA, P.C.; BRANDÃO, S.C.C.; AZEREDO, R. M. C. Carotenoid retention and vitamin A value in carrot (*Daucus carota* L.) prepared by food service. **Food Chemistry**, v.61, n.1/2, p.145-151, 1998.
 - 19 QUIRÓS, A.R.B.; COSTA, H.S. Analysis of carotenoids in vegetable and plasma samples: a review. **Journal of Food and Composition Analysis**, v.19, p.97-111, 2006.
 - 20 RAMALHO, R.A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.1, p.56-63, 2002.
 - 21 ROCK, C.L.; LOVALVO, J.L.; EMENHISER, C.; RUFFIN, M.T.; FLATT, S.W.; SCHWARTZ, S.J. Bioavailability of β -Carotene is lower in raw than in processed carrots and spinach in women. **Journal of Nutrition**, v.128, p.913-916, 1998.
 - 22 RODRIGUEZ, D.B.; RAYMUNDO, L.C.; LEE, T.; SIMPSON, K.L.; CHICHESTER, C. O. Carotenoid pigment changes in ripening *Momordica charantia* fruits. **Annals of Botanic**, v.40, p.615-624, 1976.
 - 23 RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. **Journal of Micronutrients Analysis**, v.5, p.191-225, 1989.
 - 24 SAS Institute Inc. **SAS/STAT User's Guide.** 4thed. Version 9.1. Cary, NC, 2003. 846 p.
 - 25 SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** Viçosa, MG: UFV Imprensa Universitária, 1981. 166 p.
 - 26 VAN HET HOF, K.H.; GARTNER, C.; WEST, C.E.; TIJBURG, L.B.M. Potential of vegetable processing to increase the delivery of carotenoids to man. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, v.68, n.6, p.366-370, 1998.
 - 27 WEST Jr., K.P. Extent of vitamin A deficiency among preschool children and women of reproductive age. **Journal of Nutrition**, v.132, p. 2857-2866, 2002.
 - 28 WHO. World Health Organization. **Nutrition for health and development: a global agenda for combating malnutrition.** Paris, 2000.

AGRADECIMENTO

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.