

O LICOPENO E SUAS CONTRIBUIÇÕES NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS

Franciele Maria Pelissari*, Maria Stella Singh Rona **, Graciette Matioli***[✉]

Pelissari FM, Rona MSS, Matioli G. O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. *Arq Mudi*. 2008;12(1):5-11.

RESUMO. Carotenóides são pigmentos naturais presentes na dieta humana em frutas e vegetais. Dentre os carotenóides dietéticos, o licopeno é um dos antioxidantes mais potentes e confere ao tomate, goiaba, melancia e outros, a coloração vermelha específica. Uma dieta a base de tomate e derivados, ricos em licopeno, tem sido associada com a diminuição do risco de doenças crônicas, tais como doença cardiovascular e câncer, principalmente o câncer de próstata e o de mama. O licopeno é conhecido como um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigênio. Este artigo concentra conhecimentos da literatura relacionados às propriedades biológicas e químicas do licopeno, bem como as associações entre o seu consumo e a saúde humana, desempenhando o papel de alimento funcional.

PALAVRAS-CHAVE: licopeno; carotenóides; tomate; antioxidantes; alimento funcional.

Pelissari FM, Rona MSS, Matioli G. Lycopene and its contributions to disease prevention. *Arq Mudi*. 2007;11(3):5-11.

ABSTRACT. Carotenoids are natural pigments present in the human diet in fruits and vegetables. Among the dietary carotenoids, lycopene is an antioxidant more powerful and gives tomatoes, guava, watermelon and others, the red color specific. A diet of tomato products, rich in lycopene, has been associated with decreased risk of chronic diseases such as cardiovascular disease and cancer, particularly prostate cancer and breast cancer. Lycopene is known as a suppressor of the best organic free radicals, especially those derived from oxygen. This article focuses knowledge of the literature related to chemical and biological properties of lycopene, as well as associations between consumption and human health, playing the role of functional foods.

KEYWORDS: lycopene; carotenoids; tomato; antioxidants; functional food.

INTRODUÇÃO

Os carotenóides são compostos amplamente encontrados na natureza e não são sintetizados pelos animais, mas por plantas e microorganismos, nos quais desempenham funções essenciais como pigmentos acessórios na fotossíntese e na fotoproteção. Estas duas funções são conseqüências da estrutura conjugada de polieno dos carotenóides que

permitem à molécula absorver luz e inativar oxigênio singlete e radicais livres (Paula et al, 2004).

Cerca de mil carotenóides naturais já foram identificados. Aproximadamente 10% deles podem ser encontrados na dieta humana e cerca de vinte podem ser encontrados no plasma e tecidos de mamíferos. Os principais carotenóides são beta-caroteno, licopeno,

*Aluna de graduação do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM);

Nutricionista do Hospital Universitário Regional de Maringá e do Banco de Leite, UEM; *Docente do Departamento de Farmácia e Farmacologia da UEM. [✉]Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Farmácia e Farmacologia, Av. Colombo, 5790, Bloco P02 - CEP: 87020-900, Maringá-PR. e-mail: gmatioli@uem.br

luteína, beta-criptoxantina e alfa-caroteno, que contribuem para cerca de 90% dos carotenóides circulantes em humanos (Astorg, 1997; Paula et al, 2004).

A cor, textura e aroma dos carotenóides são os fatores que geralmente guiam a preferência do consumidor, sendo as fontes dietéticas mais importantes frutas e vegetais verdes escuros, amarelos, alaranjados ou vermelhos (Astorg, 1997; Paula et al, 2004).

O licopeno é um carotenóide acíclico, responsável pela pigmentação vermelha no tomate, goiaba, melancia e outros. Sua estrutura é considerada a fundamental dos carotenóides, da qual podem ser derivadas outras estruturas por reações de hidrogenação, ciclização ou oxidação (Clinton, 1998; Wong, 1995).

Apesar do licopeno não ser um produto muito difundido na natureza, é encontrado no tomate e seus produtos industrializados em quantidade muito elevada. É extraordinariamente resistente ao calor e, portanto, aos processos culinários, mas pode tornar-se susceptível a isomerização e oxidação durante o processamento e estocagem. Sua absorção digestiva é aumentada, em muito, se o tomate for cozido e a ele adicionado um pouco de gordura. Estudos recentes têm demonstrado os benefícios de uma dieta rica nesta fruta e outros alimentos contendo licopeno (Castel-Branco, 2002; Hasler, 1998; Rao et al, 1998).

O licopeno é desprovido de atividade pró-vitamina A, contudo, é capaz de funcionar como um antioxidante, duas vezes melhor que o beta-caroteno e dez vezes melhor que o alfa-tocoferol. Além disso, o interesse neste carotenóide vem crescendo rapidamente, devido a estudos que sugerem uma atuação do licopeno na saúde e doenças humanas (Clinton, 1998; Wong, 1995). Ele tem sido relacionado com a diminuição de risco contra doenças degenerativas, como alguns tipos de câncer (cervical, mama, trato digestivo, pele, bexiga e principalmente o de próstata), degeneração macular e doenças cardiovasculares (Shi et al, 1999; Porcu, Rodrigues-Amaya, 2001). Esta relação vem corroborar com a definição de alimento funcional, que se refere aos alimentos

processados contendo ingredientes que auxiliam funções específicas do corpo (Arai, 1996).

Considerando a importância do licopeno na dieta humana e as evidentes associações que este apresenta na prevenção e tratamento de doenças, o presente artigo propõe, a partir de uma revisão da literatura, discutir sobre sua química, biodisponibilidade, desempenho como alimento funcional e papel na prevenção do câncer e doenças cardiovasculares.

DESENVOLVIMENTO

Química do licopeno

Os carotenóides são polisoprenóides, os quais possuem cerca de quarenta átomos de carbono e um sistema de duplas ligações conjugadas, que contêm uma ou duas estruturas cíclicas no final da cadeia, exceto o licopeno que contêm duas estruturas acíclicas. O licopeno possui 11 arranjos lineares conjugados por duplas ligações, sem a estrutura de anel beta-ionizável que caracteriza a atividade pró-vitamina A, sendo encontrado em poucos alimentos (Paula et al, 2004; Setiawan et al, 2001). Portanto, em virtude de sua estrutura acíclica, duplas ligações químicas não conjugadas e ordenadas e extrema hidrofobicidade, o licopeno exibe muitas características biológicas e únicas em mamíferos (Clinton, 1998; Agarwal, Rao, 2000; Castel-Branco, 2002).

A estrutura de cada carotenóide determina a cor e as propriedades fotoquímicas de cada molécula. Também contribui com a reatividade química dos carotenóides em relação aos agentes oxidantes ou radicais livres, o qual pode ser relevante no processo metabólico de animais que consomem carotenóides em sua dieta (Clinton, 1998; Rodrigues, 2002; Albino, 2002).

Devido ao elevado número de duplas ligações conjugadas, o licopeno torna-se propenso a isomerização e oxidação durante o processamento e estocagem, resultando em desestabilização da molécula com perda da cor e atividade biológica (Shahidi, Han, 1993; Popplewell et al., 1995; Ré, 1998). Matioli, Rodriguez-Amaya (2002), com o objetivo de estabilizar o licopeno extraído de goiaba

vermelha, realizaram a encapsulação do mesmo, empregando como agente encapsulante goma arábica junto com maltodextrina. Foi observada uma ação protetora da encapsulação, contudo, esta foi menor que a oferecida pela matriz alimentar, ou seja, a polpa de goiaba. Estes autores também estudaram a microencapsulação do licopeno com ciclodextrinas, sendo que a melhor estabilidade ocorreu com gama-ciclodextrina, onde o licopeno se mostrou completamente dispersível em água e com excelente estabilidade à luz (Matioli, Rodriguez-Amaya, 2003).

A mais conhecida atividade antioxidante dos carotenóides é a sua habilidade em desativar moléculas reativas de oxigênio singlete produzidas secundariamente ao processo de fagocitose. Essa atividade depende, principalmente, do número de duplas ligações na molécula, sendo que os carotenóides que possuem nove ou mais duplas ligações conjugadas são mais eficazes. O licopeno, que possui onze duplas ligações conjugadas e duas não conjugadas, está entre os mais eficientes desativadores dentre os carotenóides (Paula et al, 2004).

O licopeno, assim como os carotenóides em geral, pode se organizar em isômeros *cis* e *trans*. A aplicabilidade do isômero *cis* é pouco conhecida, e muito pouco é entendido sobre os papéis específicos dos isômeros *cis* ou *trans* na biologia dos vertebrados. Entretanto, a possibilidade que o padrão desses isômeros possa refletir a participação do licopeno em reações biológicas específicas continua a ser determinada. O licopeno e carotenóides aparecem em muitos alimentos na configuração *trans*, que é a forma mais termodinamicamente estável. (Clinton, 1998).

A estrutura dos carotenóides é uma chave determinante das propriedades físicas, reatividade química, funcionamento biológico ou ações observadas. Baseado neste conhecimento é razoável postular que quando os carotenóides são consumidos por mamíferos, esta mesma propriedade estrutural possa influenciar dramaticamente na biodisponibilidade, absorção, circulação, distribuição para tecidos e disponibilidade para incorporar componentes subcelulares e afetar

precisamente processos moleculares. A característica estrutural única de cada carotenóide pode ser de importância crítica nos efeitos específicos dos carotenóides nas doenças humanas e processos doentios, embora sejam muito pobremente caracterizadas (Clinton, 1998; Fontana et al., 2000).

Biodisponibilidade

O licopeno é predominante em relação a outros carotenóides nos tomates frescos, porém sua biodisponibilidade é maior em produtos de tomate processados. Isto acontece porque o processamento quebra as paredes celulares, enfraquecendo a ligação do licopeno na matriz tecidual, facilitando a sua isomerização para a forma *cis* (Shi, Le Marguer, 2000).

O tomate contribui com cerca de 80% do total de licopeno ingerido/dia, assim como seus derivados (ketchup, molho, pasta, suco). Esses alimentos merecem atenção devido à oferta durante o ano todo e ao preço acessível (Tavares, Rodriguez-Amaya, 1994; Bramley, 2000)

Nos tomates frescos, o licopeno está presente essencialmente na forma *all-trans*. A principal causa da degradação do licopeno do tomate durante o processamento é a isomerização e a oxidação. A isomerização converte os isômeros *all-trans* para forma *cis*. A determinação do nível de isomerização do licopeno durante o processamento fornece os efeitos benéficos do licopeno para a saúde. O calor induz a isomerização da forma *trans* para a *cis* cujos isômeros aumentam com a temperatura e o tempo de processamento (Rao et al, 1998).

Tavares, Rodriguez-Amaya (1994) encontraram maiores concentrações de licopeno *trans* no suco ou molho de tomate do que em tomates frescos. Este fato pode ser explicado devido ao uso de uma variedade de tomate rica em licopeno para compensar a possibilidade de perda de cor durante o processo de produção. A absorção do licopeno é também significativamente maior no suco ou molho de tomate, ou quando associado à presença de gorduras nos alimentos, devido a maior solubilidade dos isômeros *cis* nas micelas

de ácidos biliares que são, portanto, mais facilmente incorporados nos quilomícrons (Papas, 1999; Bramley, 2000).

Além do tomate e seus derivados, o licopeno também está presente na goiaba, no doce extraído desta fruta (goiabada), bem como no leite humano, na proporção de 10% da concentração encontrada no plasma. (Castel-Branco, 2002; Porcu, Rodriguez-Amaya, 2001).

Os carotenóides vêm sendo determinados, desde longa data, nos mais diferentes tipos de alimentos, devido as suas relevantes funções biológicas no ser humano, aliadas ao seu papel como pigmentos naturais. Dúvidas quanto à confiabilidade dos resultados têm sido uma constante, dada à diversidade e variabilidade quali e quantitativa da composição de carotenóides e, conseqüentemente, a complexidade dos procedimentos analíticos envolvidos. Assim, a biodisponibilidade do licopeno num mesmo alimento pode ser alterada devido a fatores como grau de maturação, efeitos climáticos e diferenças entre variedades (Setiawan et al, 2001).

Atuação do licopeno como alimento funcional

O interesse dos consumidores no papel de alimentos específicos ou componentes alimentares ativos fisiologicamente, os supostos alimentos funcionais capazes de melhorar a saúde, têm aumentado expressivamente. Durante a última década, entretanto, o termo funcional aplicado aos alimentos tem adotado uma conotação diferente – que é a de proporcionar um benefício fisiológico adicional, além daquele de satisfazer as necessidades nutricionais básicas (Hasler, 1998).

Nos Estados Unidos, a categoria de alimento funcional não é reconhecida legalmente. Contudo, muitas organizações têm proposto definições para esta nova e emergente área da ciência dos alimentos e nutrição. O Comitê de Alimentos e Nutrição do *Institute of Medicine* definiu alimentos funcionais como “qualquer alimento ou ingrediente que possa proporcionar um

benefício à saúde além dos nutrientes tradicionais que ele contém” (Hasler, 1998).

As novas gerações, mais preocupadas com a saúde, têm feito dos alimentos funcionais o carro mestre da indústria alimentícia. Entretanto, as estimativas da magnitude deste mercado variam significativamente, já que não há consenso do que seja um alimento funcional. Talvez, mais significativo seja o potencial dos alimentos funcionais de mitigar doenças, promoverem a saúde e reduzirem os custos da assistência à saúde (Hasler, 1998).

Um estudo com mais de 47.000 homens demonstrou que aqueles que consumiram produtos a base de tomates 10 vezes ou mais por semana tiveram menos da metade do risco de desenvolver câncer de próstata avançado. Curioso é ser o licopeno o carotenóide mais abundante na glândula prostática. Outros cânceres, cujo risco tem sido inversamente associado com os níveis sanguíneos ou teciduais do licopeno, incluem o de mama, trato digestivo, colo uterino, bexiga, pele e possivelmente o de pulmão (Giovannucci, 1999; Clinton et al, 1996; Clinton, 1998).

Com isso consumidores preocupados com a saúde estão, cada vez, mais buscando alimentos funcionais, num esforço para controlar sua própria saúde e bem-estar. O campo dos alimentos funcionais, todavia, está em sua infância. As alegações sobre os benefícios à saúde dos alimentos funcionais devem ser baseadas em critérios científicos sólidos para que estes possam proporcionar um estilo de vida saudável, benéfico ao público e à indústria de alimentos (Clydesdale, 1997).

Licopeno no tratamento e prevenção do câncer

Hoje o câncer já ocupa o segundo lugar em causas de morte por doenças no Brasil, perdendo apenas para as doenças cardiovasculares. Estudos indicam que 80% dos casos de câncer estão relacionados a fatores ambientais e de estilo de vida, como tabagismo, hábitos alimentares inadequados, sedentarismo, entre outros, sendo o tabagismo o fator de risco modificável mais importante, seguido pelos hábitos alimentares. Estima-se

que esses fatores estejam associados a 35% das mortes por câncer, principalmente os do trato digestivo e respiratório (Ministério da Saúde, 1996).

Estudos epidemiológicos têm mostrado que indivíduos que consomem grandes quantidades de frutas e vegetais fontes de carotenóides têm menores riscos de desenvolver câncer. Os carotenóides não são apenas essenciais para a nutrição humana, mas desempenham um papel importante na prevenção de doenças degenerativas, através da melhoria das funções do sistema imunológico, de mutagênese e redução de lesões causadas por radiação nuclear. Considerando que as propriedades antioxidantes do licopeno foram bem documentadas, é conclusivo que o mesmo está presente naturalmente no plasma humano em maiores quantidades que o beta-caroteno e outros carotenóides da dieta alimentar. Talvez isso indique sua grande importância biológica no sistema de defesa humana (Paula et al, 2004).

A chave principal do mecanismo de ação do licopeno, encontrado em tomates, é sua capacidade de atuar como um antioxidante, combatendo os radicais livres que alteram o DNA das células e desencadeiam o processo cancerígeno, apresentando um poder antioxidante 8 a 10 vezes maior que o beta-caroteno. A atividade antioxidante poderosa do licopeno confere um alto grau de proteção contra a oxidação do colesterol, um processo que pode influenciar, por exemplo, no câncer de próstata. Isto explica porque o licopeno pode conferir benefícios contra doenças coronárias, pois evita a oxidação da LDL-colesterol, que seria o primeiro passo para a formação da arteriosclerose. Outro ponto a favor do licopeno é o fato dessa substância fortalecer o sistema imunológico, aumentando a resistência do organismo, dando-lhe forças para combater células malignas (Giovannucci, 1999; Clinton, 1998; Agarwal, Rao, 2000; Life Enhancement, 2002; Salgado, 2002).

Por todos esses motivos, acredita-se que o licopeno encontrado em tomates pode reduzir em até 50% o risco de câncer de próstata em humanos e, possivelmente, atuar contra os cânceres de esôfago, mama, pulmão e pele. Entretanto, a ação do licopeno do

tomate na prevenção e controle do câncer de próstata é o que tem sido mais investigado (Salgado, 2002).

A interpretação dos estudos sobre a relação entre carotenóides e a redução do risco de câncer é dificultada por vários fatores. Primeiramente, deve-se considerar que as frutas e os vegetais contêm várias vitaminas, minerais, fibras e fitoquímicos que podem agir de forma independente sobre o risco de câncer ou outras doenças crônicas. Logo, os indivíduos que consomem mais carotenóides, ingerem também mais frutas e vegetais e os efeitos benéficos, normalmente atribuídos aos carotenóides, podem estar relacionados ao consumo destas substâncias ou, ainda, serem resultantes da superposição de efeitos de vários elementos. Além disso, os indivíduos que consomem mais vegetais e frutas, provavelmente consomem menos gorduras e possuem estilo de vida mais saudável (Paula et al, 2004).

Embora a evidência epidemiológica do papel do licopeno na prevenção do câncer seja persuasiva, existem poucas experimentações humanas que investiguem a sua eficácia. A maioria dos cientistas estuda os efeitos do suplemento do tomate ou de seu produto (licopeno) nos danos oxidativos aos lipídios, às proteínas e ao DNA. Entretanto um relatório preliminar indicou que o suplemento do extrato de tomate na forma de cápsulas óleo-resina abaixa os níveis do antígeno prostático-específico nos pacientes com câncer de próstata (Agarwal, Rao, 2000; Rao et al, 1998).

Doenças cardiovasculares

A principal causa de morbidade e mortalidade em vários países desenvolvidos permanece sendo as doenças cardiovasculares. As estratégias que podem reduzir significativamente a progressão da arteriosclerose incluem a redução do tabagismo; a detecção no início da doença; o controle da hipertensão e diabetes, e o tratamento de hiperlipidemias. Muitos fatores dietéticos são extremamente importantes na prevenção de doenças cardiovasculares, como os carotenóides e nutrientes antioxidantes (vitaminas E e C). Contudo, estudos mais

conclusivos são necessários (Clinton, 1998; Agarwal, Rao, 2000).

A oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, que carregam o colesterol no sangue, pode ter um papel importante na causa da arteriosclerose. Acredita-se que os nutrientes oxidativos possam retardar a progressão da arteriosclerose, devido a sua habilidade em inibir processos oxidativos de danificação. Estudos comprovaram o efeito protetor da vitamina E atribuído às suas propriedades antioxidantes. No entanto, um recente estudo no *Heart Outcomes Prevention Evaluation* (HOPE, 2000) demonstrou que uma suplementação com 400 UI/dia de vitamina E, por 4,5 anos, não resultou em nenhum efeito benéfico em eventos cardiovasculares nos pacientes de risco elevado. Em contraste, outros estudos indicaram que o consumo de tomate e seus derivados, ricos em licopeno, reduziu o risco de doenças cardiovasculares (Fuhrman et al, 1997; Agarwal, Rao, 2000; Hope, 2000; Kohlmeier et al, 1997).

Em geral, estudos epidemiológicos de observação sustentam a hipótese que o consumo de alimentos ricos em carotenóides e vitaminas antioxidantes está associado com a redução do risco de doenças arterioscleróticas vasculares. Pesquisas recentes foram realizadas em homens com infarto do miocárdio e grupos controles, em 10 países Europeus. O tecido adiposo de cada participante foi aspirado com uma agulha para biópsia e analisado o perfil de carotenóides e tocoferol. Depois, ajustados por idade, massa corporal, classe sócio-econômica, hábito de tabagismo, doença hipertensiva e histórico familiar, verificou-se que a concentração de licopeno permaneceu independentemente protetora (Kohlmeier et al., 1997).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na bibliografia consultada foi possível concluir que o tomate é o principal fornecedor de licopeno da dieta humana, principalmente através de seus derivados. A estrutura única, linear e acíclica do licopeno determina a habilidade para se incorporar corretamente entre o ambiente molecular e o funcional, podendo ser crítica nos efeitos

muito específicos dos carotenóides nas doenças e no processo doentio.

Sendo assim, o licopeno tem sido considerado o mais importante carotenóide na alimentação humana das últimas décadas. É imperativo que se continue a desenvolver estudos bem fundamentados sobre a biologia do licopeno, incluindo a sua absorção, seu metabolismo, sua excreção e funções biológicas, em modelos experimentais e em humanos. Até que novos resultados sejam encontrados, recomenda-se que seja ingerida uma maior quantidade de frutas e vegetais, com destaque para o consumo de tomate sob diversas formas culinárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal S, Rao AV. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*. 2000;163(6):739-44.
- Albino D. Radicais Livres. Disponível: <http://www.gabaritando.com.br/colunas/colu_nutr_rad_livres02_04.asp>. Acesso em: 23.07.2002.
- Arai S. Studies on functional foods in Japan State of the art. *Biosci Biotech Biochem*. 1996;60:9-15.
- Astorg P. Food carotenoids and cancer prevention: Na overview of current research. *Food Science & Technology*. 1997;8:406-13.
- Bramley PM. Is Lycopene Beneficial to Human Health? *Phytochemistry*. 54:233-36, 2000.
- Castel-Branco N. Substâncias antioxidantes-vitaminas e carotenóides. Disponível: <www.anamnesis.pt/77_1.htm>. Acesso em: 23.07.2002.
- Clinton SK. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews*. 1998;56(2):31-5.
- Clinton SK, Emenhiser C, Schwartz SJ, Bostwick DG, Williams AW, Moore BJ, Erdman JW. Cis-trans lycopene isomers, carotenoids, and retinal in the human prostate. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 1996;5:823-33.
- Clydesdale FM. A proposal for the establishment of scientific criteria for health claims for functional foods. *Nutrition Reviews*. 1997;55(12):413-22.
- Fontana JD, Mendes SV, Persike DS, Peraceta LF, Passos M. Carotenóides: cores atraentes e ação biológica. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*. 2000;3(1):48-54.
- Fuhrman B, Elis A, Aviram M. Hypocholesterolemic effect of lycopene and B-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor

- activity in macrophage. Biochemical and Biophysical Research Communications. 1997;233:658-62.
- Giovannucci E Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. Journal of the National Cancer Institute. 1999;91:317-31.
- Hasler CM. Functional foods: their role in disease in: developing new food products for a changing prevention and health promotion. Food Technology. 1998;52(2):57-62.
- HOPE - Heart Outcomes Prevention Evaluation Study Investigators. Vitamin E supplementation and cardiovascular events in high-risk patients. New England Journal of Medicine. 2000;342:154-60.
- Kohlmeier L, Kark JD, Gomez-Garcia E, Martin BC, Steck SE, Kardinaal AF, Ringstad J, Thamm M, Masaev V, Riemersma R, Martin-Moreno JM, Huttunen JK, Kok FJ. Lycopene and myocardial infarction risk in the EURAMIC study. American Journal of Epidemiology. 1997;146:618-26.
- Life Enhancement. Lycopene Protects Skin, Heart, and More. Disponível: <http://www.life-enhancement.com/article_template.asp?ID=588>. Acesso em: 23.07.2002.
- Matioli G, Rodriguez-Amaya DB. Licopeno Encapsulado com Goma Arábica e Maltodextrina: Estudo da Estabilidade. Brazilian Journal of Food Technology. 2002;5:197-203.
- Matioli G, Rodriguez-Amaya DB. Microencapsulação do Licopeno com Ciclodextrinas. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2003;23:102-5.
- Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação Nacional de Controle de Tabagismo (CONTAPP). Falando Sobre Câncer e Seus Fatores de Risco. Rio de Janeiro, 1996. Disponível: <<http://www.inca.org.br/cancer/causacancer.htm>>. Acesso em: 23.07.2002.
- Papas AM. Diet and Antioxidant Status. Food Chemical Toxicology. 1999;37:999-1007.
- Paula TP, Peres WAF, Carmo MGT. Carotenoids in treatment and prevention of cancer. Revista Brasileira de Nutrição Clínica. 2004;19(2):100-8.
- Popplewell LM, Black JM, Norris LM, Porzio M. Encapsulation system for flavors and colors. Food Technology. 1995;49:76-82.
- Porcu OM, Rodriguez-Amaya DB. Goiaba (in natura) e produtos processados de goiaba como fonte de licopeno. Qualidade, Segurança & Inovação. Porto, Portugal. 2001;613-6.
- Rao AV, Zeeshan W, Agarwal S. Lycopene Content of tomatoes an Tomato Products and Their Contribution to Dietary Lycopene. Food Research International. 1998;31(10):737-41.
- Ré MJ. Microencapsulation by spray drying. Drying Technology. 1998;16:1195-236.
- Rodrigues T. Licopeno e sua utilização. Disponível: <www.caldoquantico.com.br/cqrvtania.htm>. Acesso em: 23.07.2002.
- Salgado JM. O uso do tomate na prevenção do câncer de próstata. Disponível: <<http://www.sanavita.com.br/sanavita.exe/texto?codi-go=81>> Acesso em: 23.07.2002.
- Setiawan B, Sulaeman A, Giraud DW, Driskell JA. Carotenoid contend of selected Indonesian fruits. Journal of food Composition and Analysis. 2001;14:169-76.
- Shahidi F, Han XQ. Encapsulation of food ingredients. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 1993;33:501-47.
- Shi J, Le Marguer M. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. Critical Reviews Biotechnology. 2000;20(4):293-334.
- Shi J, Le Marguer M, Kakuda Y, Liptay A, Niekamp F. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. Food Research International. 1999;32:15-21.
- Tavares CA, Rodriguez-Amaya DB. Carotenoid composition of Brazilian tomatoes and tomato products. Lebens Wissen Technol Londres. 1994;27:219-24.
- Wong DWS. Química de los alimentos: mecanismos y teoria. Zaragoza: Editorial Acribia S.A. 1995. p.165-215.

Recebido em: 06.07.06

Aceito em: 04.09.07

Revista indexada no *Periodica*, índice de revistas Latino Americanas em Ciências <http://www.dgbiblio.unam.mx> (ISSN 1980.959X).
Continuação de: Arquivos da Apadec (ISSN 1414.7149)