

## ATUAÇÃO DO LICOPENO NO CÂNCER: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA.

*Performance of lycopene in cancer: a narrative review of the literature.*

**ALMEIDA**, Nancy<sup>1</sup>; **FERREIRA**, Edina; **GOMES**, Maria; **LIMA**, Aline; **LIMA**, Jailma; **OLIVEIRA**, Regiane; **SILVA**, Fabiana; **REIS**, Henrique Nogueira<sup>2</sup>.

### RESUMO

Os alimentos funcionais são consumidos em dietas convencionais e demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como o câncer. O maior consumo de alimentos *in natura* como hortifrúti, pode fortalecer as defesas do corpo, assim impedindo que compostos cancerígenos cheguem às células. O licopeno é um carotenoide alifático de hidrocarboneto com propriedade antioxidante, que apresenta ação direta contra o câncer, atuando em vias de sinalização de fatores de crescimento e progressão do ciclo celular, sendo seu processo de absorção passivo e sem gasto de energia. O mesmo é extraído de alimentos de origem vegetal considerados funcionais, devendo ser consumido dentro do contexto de uma alimentação equilibrada, preferencialmente associado a um estilo de vida saudável.

**Palavras-chave:** Câncer, Licopeno, Alimentos funcionais, alimentação.

### ABSTRACT

Functional foods are consumed in conventional diets and demonstrate the ability to regulate bodily functions in order to help protect against diseases such as cancer. The greater consumption of fresh foods such as fruit and vegetables can strengthen the body's defenses, thus preventing carcinogenic compounds from reaching the cells. Lycopene is an aliphatic hydrocarbon carotenoid with antioxidant property, which has direct action against cancer, acting on growth factor signaling pathways and cell cycle progression, with its absorption process being passive and without energy expenditure. It is extracted from foods of plant origin considered functional, and should be consumed within the context of a balanced diet, preferably associated with a healthy lifestyle.

**Keywords:** Cancer, Lycopene, Functional foods, alimentation.

---

<sup>1</sup> Discentes do curso Técnico em Nutrição e Dietética da ETEC Irmã Agostina.

<sup>2</sup> Professor orientador do Desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso do curso Técnico em Nutrição e Dietética da ETEC Irmã Agostina.

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer é desenvolvido através de células anormais e que pode afetar qualquer parte do corpo. Essas células podem se multiplicar de forma rápida e afetar outros órgãos, assim chamada de metástase. Sendo uma das principais causas de morte no mundo, o câncer pode ser causado por uma alimentação pouco saudável, uso de tabaco e álcool, fatores genéticos e contato com substâncias químicas. Os principais tipos de câncer são: pulmonar, de mama, colorretal, próstata, pele não-melanoma e estômago (OPAS, 2020).

Segundo o INCA (2020), há evidências de que alguns tipos de câncer podem ser causados por um alto nível de gordura corporal, como por exemplo o câncer de tireoide e meningioma. Os mesmos podem ser evitados com uma alimentação rica em fibras, de alimentos de origem vegetal e integrais.

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. Os mesmos são consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como o câncer (SOUZA et al., 2003; KWAK & JUKES, 2001; HUNGENHOLTZ & SMID, 2002).

O consumo regular desses alimentos e nutrientes considerados funcionais pode ser uma alternativa para conter o avanço de doenças. Existem muitos compostos e substâncias com propriedades funcionais, como os carotenos, em especial o licopeno, no qual há indícios que possua capacidade de exercer uma ação protetora específica contra o desenvolvimento de certos tipos de câncer e doenças coronárias (BURRI, 2002).

O licopeno apresenta ação direta contra o câncer, atuando em vias de

sinalização de fatores de crescimento (JÚNIOR; BRUNELLI; LEMOS, 2021).

A função antioxidante tem sido muito investigada e possivelmente está associado ao efeito das dietas ricas em licopeno. O licopeno dietético pode aumentar o estado do licopeno sérico contribuindo na redução dos riscos e da ocorrência de câncer de esôfago, gástrico, próstata e pulmão, além dos benefícios para câncer de pâncreas, cólon, reto, cavidade oral, seio e cervical (CLINTON, 1988; GIOVANNUCCI, 1999; CLARETO, 2007).

Portanto, o objetivo da presente revisão é apresentar os efeitos benéficos do licopeno e sua ação direta no câncer.

## 2 METODOLOGIA

Elaborou-se uma revisão bibliográfica a partir de artigos da base de dados do Google Acadêmico e Revistas virtuais, utilizando-se as seguintes palavras-chave: Câncer, Licopeno, Alimentos funcionais, alimentação; nos últimos 20 anos, em português e inglês. Os dados coletados foram apresentados em forma de resultados qualitativos, podendo assim contribuir para as pesquisas já existentes. Foram excluídos artigos de revisão.

## 3 DISCUSSÃO

### 3.1 Câncer

O câncer é desenvolvido através de células anormais e que pode afetar qualquer parte do corpo. Essas células podem se multiplicar de forma rápida e afetar outros órgãos, assim chamada de metástase. Sendo uma das principais causas de morte no mundo, o câncer pode ser causado por uma alimentação pouco saudável, uso de tabaco e álcool, fatores genéticos e contato com substâncias químicas. Os principais tipos de câncer são: pulmonar, de mama, colorretal,

próstata, pele não-melanoma e estômago (OPAS, 2020).

O câncer de mama é o mais comum entre as mulheres e, pode ser causado por idade, histórico familiar, terapia de reposição hormonal e o aumento da densidade mamária. Geralmente as células afetadas são as que revestem os ductos mamários ou nos lóbulos das glândulas mamárias. É diagnosticado principalmente através da mamografia, mas na maioria dos casos é diagnosticado muito tarde o que pode agravar o caso (TAVARES et al., 2016).

O câncer colorretal é o terceiro com maior número de mortes no mundo, é comum tanto em homens quanto em mulheres, ele ocorre no reto do intestino grosso e pode começar como pólipos não cancerígenos. Seu diagnóstico é feito através da colonoscopia, que também é utilizada como tratamento para possível retirada das células que se acumulam no reto e que pode levar ao câncer (PAULA PIRES et al. 2021).

A próstata é uma glândula presente em homens com função secretora, situada em uma posição anterior ao reto e abaixo da bexiga e que envolve a uretra. O câncer de próstata geralmente cresce lentamente e não dá sinais na fase inicial, mas que em alguns casos cresce rapidamente e se espalha pelo corpo podendo ser fatal. Os fatores que podem causar esse câncer são: idade, hereditariedade, sobrepeso e obesidade. Seu diagnóstico é feito através de exame de toque retal ou exame de sangue PSA (SECRETARIA DA SAÚDE – PR, 2019).

O câncer de estômago ou câncer gástrico, pode estar ligado ao tabagismo e ao consumo de alimentos ultraprocessados, já que em sua maioria está presente grandes níveis de gorduras e sódio. O uso do álcool também pode influenciar para o câncer de estômago uma vez que pode levar a lipoperoxidação, destruindo ou matando a estrutura da

membrana celular. O diagnóstico é feito através de endoscopia digestiva, sendo seus sintomas: dificuldade de deglutição, desconforto abdominal e perda de peso ou de apetite (INCA, 2022).

Após a pandemia de COVID-19, as pessoas portadoras de câncer ficaram mais vulneráveis, uma vez que esses pacientes têm maior risco de contrair infecções das vias respiratórias. O vírus da COVID na maioria dos casos age de forma agressiva, podendo ser fatal em pacientes oncológicos. O que pôde também aumentar a morte desses pacientes e o não diagnóstico precoce do mesmo, foi a falta de prestação de atendimento e/ou tratamento adequado, pois com o distanciamento social muitos evitaram de sair de suas casas para não terem contato ou contrair o vírus, assim, se auto privando do tratamento. Com os hospitais superlotados, houve um aumento nos atendimentos online, sendo uma boa alternativa para aqueles que não queriam se expor ao vírus, já que poderiam ter contato com um oncologista e tirar suas dúvidas. Sobretudo, apenas com atendimento online, não é possível se diagnosticar um câncer ou fazer o tratamento do mesmo. Sendo assim, essencial o comparecimento presencial para que seja feito exames, diagnóstico e tratamento, antes de um possível agravamento (NASCIMENTO CC et al., 2020).

### **3.2. Influência da alimentação no câncer**

Os hábitos alimentares podem contribuir para o surgimento do câncer, uma vez que se faz um maior consumo de alimentos ultraprocessados, gordurosos e açucarados. Há evidências de que alguns tipos de câncer podem ser causados por um alto nível de gordura corporal, como por exemplo o câncer de tireoide e meningioma. Os mesmos podem ser evitados com uma alimentação rica em

fibras, de alimentos de origem vegetal e integrais. (INCA, 2020).

A alimentação também tem grande influência no surgimento do câncer de estômago, já que, o consumo de alimentos com altos níveis de gordura, acidez e alimentos processados, podem alterar a função da mucosa gástrica (LEE, CESÁRIO, 2019).

O consumo de bebidas quentes pode contribuir para o câncer de esôfago, pois a elevada temperatura pode causar danos à células, sendo assim recomendado o consumo de bebidas que não ultrapassem a temperatura de 60°C. As carnes processadas, como os embutidos e aquelas que passam por defumação, podem produzir substâncias tóxicas, nitritos e nitratos, podendo assim, provocar o surgimento de câncer colorretal. A carne vermelha quando consumida em excesso, também pode trazer riscos, pois possui grande quantidade de ferro heme, que em excesso pode ser tóxico para células (INCA, 2022).

Ainda segundo o INCA (2022) o maior consumo de alimentos *in natura* como hortifruti, pode fortalecer as defesas do corpo, assim impedindo que compostos cancerígenos cheguem às células. Já o consumo de alimentos ultraprocessados podem facilitar esse processo, pois os mesmos possuem altas quantidades de açúcar, gordura e sódio, contribuindo para o excesso de peso e aumento no risco de desenvolver câncer. Portanto, ter uma alimentação e nutrição adequada, rica em fibras, cereais, leguminosas, frutas e verduras e, que não passe por muitos processos, pode ser essencial para a prevenção do mesmo.

### **3.3 Alimentos funcionais contra o câncer**

Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além

das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. Os mesmos são consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como o câncer (SOUZA et al., 2003; KWAK & JUKES, 2001; HUNGENHOLTZ & SMID, 2002).

O consumo regular desses alimentos e nutrientes considerados funcionais pode ser uma alternativa para conter o avanço de doenças. Existem muitos compostos e substâncias com propriedades funcionais, como os carotenos, em especial o licopeno, no qual há indícios que possua capacidade de exercer uma ação protetora específica contra o desenvolvimento de certos tipos de câncer e doenças coronárias (BURRI, 2002).

De acordo com a ANVISA (2009), os alimentos funcionais caracterizam-se por oferecer vários benefícios à saúde, além do valor nutritivo inerente à sua composição química, podendo desempenhar um papel potencialmente benéfico na redução do risco de doenças crônicas degenerativas, como câncer e diabetes.

Os alimentos que ajudam a prevenir o câncer de mama são os que contêm licopeno, como frutas de coloração avermelhada, além daqueles que contêm vitamina C e E, por conta dos radicais livres, como soja, castanhas, brócolis e couve flor. A soja tem um papel muito parecido com o hormônio feminino, pois contêm fitoestrógeno (CANTELLI, 2017).

Também se destaca o ômega 3, que pode ser encontrado em peixes como o salmão, atum e sardinha. Sementes como a chia e a linhaça são ricas em ômega 3. O ômega 3 auxilia na prevenção dos tumores de mama e de próstata, como também ajuda a aumentar o HDL e a abaixar o LDL (INCA, 2018).

Em linhas gerais, os alimentos funcionais que auxiliam na prevenção do

câncer são os ricos em ômega 3, em licopeno, em betacaroteno, em luteína e zeaxantina, em vitamina C, em isoflavonas e em alicina (Anexo I). Vale ressaltar, no entanto, que os alimentos funcionais devem ser consumidos dentro do contexto de uma alimentação equilibrada, preferencialmente associado a um estilo de vida saudável (CANTELLI; PEREZ, 2018).

### 3.4 Licopeno

O licopeno é um carotenoide alifático de hidrocarboneto extraído de origem vegetal, presente no tomate, melancia, mamão, damasco entre outros que possui propriedades antioxidante superior ao  $\beta$ -caroteno e mais eficiente que o  $\alpha$ -tocoferol. (GAJOWIK; DOBRYNSKA, 2014; BACANLI; BAŞARAN; BAŞARAN, 2017; CHEN; HUANG; CHEN, 2019).

Quimicamente, o licopeno caracteriza-se por estrutura simétrica e acíclica, constituído por átomos de carbono e hidrogênio, com 11 ligações duplas conjugadas e duas ligações não conjugadas, de fórmula molecular  $C_{40}H_{56}$ . Sendo ainda um pigmento sem atividade provitamina A, apesar do seu efeito protetor contra a ação de radicais livres (WALISZEWSKI; BLASCO, 2020).

O licopeno ingerido na dieta possui absorção na faixa de 10 a 30% em humanos (STAHL; SIES, 2017). Após a ingestão desse carotenoide, a absorção é feita por micelas lipídicas que são incorporadas na mucosa do intestino delgado. Essas micelas são transportadas pelos quilomícrons para o fígado por meio do sistema linfático, a partir daí, o licopeno é carregado pelas lipoproteínas para o plasma que são distribuídas para os órgãos-alvo (BARBER, 2018; HOLZAPFEL et al., 2019).

Não existe a ingestão diária recomendada para esse carotenoide, entretanto, RAO e ALI (2007) consideram

que uma ingestão de 5 a 7mg ao dia desse nutriente seria o suficiente para prevenir doenças crônicas

O processo de absorção ocorre de forma passiva, ou seja, sem gasto de energia, mas pouco se sabe sobre o aproveitamento do licopeno no interior da mucosa (BOILEAU et al., 2002).

Em concentrações fisiológicas, o licopeno pode inibir o crescimento de células cancerígenas (HEBER; LU, 2021). A sobrevivência celular por meio da modulação de vias de sinalização intracelular foi relatada no endométrio, pulmão, cólon, próstata e células de câncer de mama. Além disso, o licopeno também exibe propriedades antiangiogênicas, antinvasivas e antimetastáticas em vários tipos de cânceres (JÚNIOR; BRUNELLI; LEMOS, 2020).

Apesar do licopeno estar presente nos alimentos, em sua maioria, na forma trans (80% a 97%), parecem ser os cis-isômeros a forma mais encontrada e a mais bem absorvida no corpo humano, devido ao seu comprimento reduzido e sua melhor solubilidade nas micelas, com isso, os isômeros cis de licopeno têm menor dificuldade em se mover através de membranas plasmáticas (TIUZZI, 2008).

### 3.5 Licopeno no câncer

O licopeno apresenta ação direta contra o câncer, atuando em vias de sinalização de fatores de crescimento reduzindo os níveis do fator de crescimento familiar IGF-1, essencial para o crescimento e sobrevivência, progressão do ciclo celular (atuando nos checkpoints do ciclo celular, induzindo a regulação negativa da ciclina D1 e/ou regulação positiva de p27 em células do câncer de mama humano, próstata e hormônio--dependentes) (JÚNIOR; BRUNELLI; LEMOS, 2021).

Estudos (MARIANI et al, 2015; WILD et al 2019), realizados com humanos apresentam resultados de melhoras significativas onde há a relação direta na concentração do licopeno prostático atuando como um biomarcador relevante para a prevenção ao câncer de próstata, além disso o carotenóide tem propriedades estudadas que reduzem em até 33% o aparecimento da doença. Contudo, são necessários estudos futuros que possam reafirmar tais associações.

A expressão radical livre é muito utilizada para designar qualquer átomo ou molécula orgânica ou inorgânica com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, em seus orbitais externos. Isto determina uma atração para um campo magnético, o que pode torná-lo altamente reativo, capaz de reagir com qualquer composto situado próximo à sua órbita externa, passando a ter uma função oxidante ou redutora de elétrons (AHALLIWELL & GUTTERIDGE, 1999).

Embora uma pequena quantidade de radicais livres seja necessária para a manutenção de diversos processos fisiológicos, a sua produção excessiva pode conduzir a diversas formas de dano celular e a sua cronicidade pode muitas vezes estar envolvida com a etiogênese ou com o desenvolvimento de numerosas doenças, incluindo o câncer (SPEISKY & JIMÉNEZ, 2000; SHAMI & MOREIRA 2004).

Quando os sistemas de defesa fisiológicos contra os radicais livres tornam-se insuficientes frente à sua excessiva produção, ocorre o chamado estresse oxidativo. O estresse oxidativo induzido por espécies reativas de oxigênio é um dos maiores focos da pesquisa recente relacionada ao câncer e a doenças cardiovasculares. Dessa forma, o estudo do licopeno se mostra de grande importância, uma vez que seu papel como antioxidante tem sido comprovado por diversos estudos (FERREIRA &

MATSUBARA, 1997; AGARWAL & RAO, 2000; RAO, 2002; MACHADO, 2005).

A função antioxidante tem sido muito investigada e possivelmente está associado ao efeito das dietas ricas em licopeno. O licopeno dietético pode aumentar o estado do licopeno sérico contribuindo na redução dos riscos e da ocorrência de câncer de esôfago, gástrico, próstata e pulmão, além dos benefícios para câncer de pâncreas, cólon, reto, cavidade oral, seio e cervical (CLINTON, 1988; GIOVANNUCCI, 1999; CLARETO, 2007).

Um aspecto importante do licopeno é a sua biodisponibilidade, que é relacionada com o fato da fração ingerida do carotenóide ser viável para uso em condições fisiológicas normais ou em condições de estocagem. A assimilação envolve absorção, transporte e metabolização. A estrutura e as propriedades física e química do licopeno presente nos alimentos irão determinar o seu aproveitamento pelo organismo. Absorção e transporte. (MIRANDA, 2005).

O processo de absorção ocorre de forma passiva, ou seja, sem gasto de energia, mas pouco se sabe sobre o aproveitamento do licopeno no interior da mucosa. BOILEAU et al. (2002) sugerem que o licopeno seja transportado entre as células por proteínas específicas ou migre agregado a gotas lipídicas. No enterócito, o licopeno não é transformado em vitamina A, como ocorre com outros carotenóides, mas metabólitos oxidativos do licopeno têm sido encontrados no soro humano, embora pouco se saiba sobre os locais e mecanismos envolvidos em sua formação. O licopeno sai do enterócito carregado por quilomícrons que, pela ação da enzima lipase lipoprotéica, vão sendo retirados e absorvidos de forma passiva por vários tecidos, incluindo os adrenais, renais, adiposos, esplênicos, dos pulmões e dos órgãos reprodutivos.

O licopeno ingerido na forma natural (trans) é pouco absorvido, mas WILLCOX et al. (2003) demonstraram que o processamento térmico melhora a biodisponibilidade por ajudar no rompimento da parede celular e extração. Os isômeros livres de licopeno provenientes de fontes dietéticas são incorporados e misturados dentro das micelas, assim, são absorvidos pela borda em escova da mucosa intestinal, incorporados aos quilomícrons. Pela ação da lipase lipoprotéica que atua nos quilomícrons, o licopeno e outros carotenóides são secretados passivamente para vários órgãos e tecidos, dentre eles, adrenais, rim, células adiposas, baço, pulmão e órgãos reprodutores. Não se tem muito conhecimento sobre o transporte e metabolismo dos isômeros de licopeno e o mecanismo pelos quais eles são incorporados dentro dos quilomícrons (BOILEAU et al., 2002).

O aumento da concentração de licopeno no corpo pode regular funções de genes, melhorar a comunicação celular, modular a resposta hormonal e imune ou regular o metabolismo, diminuindo assim o risco para doenças crônicas (ARGAWAL & RAO, 2000; AUGUSTI, 2005).

O interesse no licopeno e no seu potencial papel protetor sobre a carcinogênese deu início quando GIOVANNUCCI et al. (1999), demonstraram uma relação inversa entre a ingestão de licopeno e a incidência de câncer de próstata.

A evidência benéfica foi maior para tumores de próstata, pulmão e estômago. O mecanismo de ação do licopeno no câncer de próstata inclui inibição da proliferação celular, efeitos antiandrógenos e anticrescimento, aumento da comunicação intercelular através do aumento de junções do tipo gap entre as células e modulando a progressão do ciclo celular (OLSON, 1999; CAMPBELL et al., 2004; CANENE-

ADAMS et al., 2005; SILER et al., 2005; TANG et al., 2005).

TIUZZI (2008) observou que o risco para o desenvolvimento de câncer de próstata diminuiu significativamente em homens que consumiram maiores quantidades de produtos a base de tomate. Desta forma, alimentos ricos em licopeno passaram a ser utilizados nas intervenções dietéticas de pacientes com câncer de próstata.

LIVNY et al (2002) investigaram os efeitos do licopeno na proliferação de uma linhagem de células cancerosas estabelecidas, KB-1, e compararam-se com a cultura celular primária obtida da mucosa normal.

Uma revisão bibliográfica efetuada por TIUZZI (2008), identificou métodos de prevenção e efeitos do licopeno sobre células cancerosas *in vitro* e em humanos, mostrando que o mesmo pode inativar os radicais livres.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as revisões bibliográficas feitas, foi possível concluir e entender a importância de uma alimentação adequada para a manutenção da vida do ser humano, a fim de evitar doenças e complicações em sua saúde e, assim ter uma melhor qualidade de vida.

Foram descritas as influências do consumo de alimentos funcionais para prevenção e tratamento de pacientes oncológicos, antes de terem seu quadro agravado. Tais compostos podem proteger as células de compostos cancerígenos, como por exemplo o licopeno, que por sua vez mostrou efeitos benéficos na ação direta contra o câncer, evitando tratamentos que não possam ser solucionados com uma alimentação adequada.

Contudo, a desinformação pode ser um dos fatores que trazem doenças como câncer para sociedade, uma vez que, o

indivíduo deixa de ter uma alimentação balanceada e de consumir um certo alimento por não saber da sua funcionalidade e quais benefícios o trará.

Portanto, o presente artigo permite evidenciar a importância da informação e da nutrição na vida de cada indivíduo, pois é essencial que a informação esteja disponível colocando em suas mesas e qual benefício ou malefício aquele alimento pode o fornecer. Sendo assim, fundamental a proliferação de informações que eduquem mentalmente e nutricionalmente cada indivíduo de acordo com a sua realidade.

## REFERÊNCIAS

- AGARWAL, S.; RAO, A. V. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*, v. 19, n. 6, p. 739-744, 2000.
- AHALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C. The chemistry of free radicals and, related 'reactive species'. In: *Free radicals in biology and medicine*. 3rd ed. Oxford: Clarenton Press;1999a.p.36-10
- AUGUSTI, P. R. Efeito dos carotenóides licopeno e astaxantina sobre danos renais induzidos por cloreto de mercúrio. 2007. 97f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Toxicologia) Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), Rio Grande do Sul, 2007.
- BACANLI, M.; BAŞARAN, N.; BAŞARAN A. A. Lycopene: Is it Beneficial to Human Health as an Antioxidant? *Turk J Pharm Sci*, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 311-318, 2017.
- BARBER, N. J.; BARBER, J. Lycopene and prostate cancer. *Prostate Cancer Prostatic Dis*, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 6-12, 2002.
- BOILEAU, W. M.; BOILEAU, A. C.; ERDMAN JR, J. W. Bioavailability of alltrans and cis isomers of lycopene. *Biol. Med.*, v. 227, p.914-919, 2002.
- BURRI 2002/PEREIRA, C. A. M.et al./Revista Eletrônica de Farmácia Vol 6(2), 36-61, 2009 p.38
- CARVALHO, L.S. Distribuição qualitativa e quantitativa de carotenóides e seus metabólitos em tecidos oculares. 2000. 52f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. *Química Nova*, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.
- CHEN, D.; HUANG, C.; CHEN, Z. A review for the pharmacological effect of lycopene in central nervous system disorders. *Biomed Pharmacothe*, [s.l.], v. 111, p. 791-801, 2019.
- CLARETO, S. S. Estudo da concentração de licopeno da polpa de goiaba utilizando o processo de microfiltração. 2007. 173f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2007.
- CLINTON, S. K. Lycopene: chemistry, biology, and implications for human health and disease. *Nutrition Reviews*, v. 56, n.2, p. 35-51, 1998.
- DAVISON, A.; ROESSEAU, E.; DUNN, B. Putative anticarcinogenic actions of carotenoids: nutritional implications. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, v.71, p. 732-745, 1993.
- FERNANDA TIUZZI, M. Licopeno e câncer: bases biomoleculares. 2008. 27f. Monografia (Pós Graduação em Nutrição Clínica). Ganep, 2008.
- FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais Livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.
- FONTANA, J. D., et al. Carotenóides Cores Atraentes e Ação Biológica. 11º Prêmio Paranaense em C&T 1997.
- GAJOWIK, A.; DOBRZYŃSKA, M. M. Lycopene – antioxidant with radioprotective and anticancer properties. A review. *Rocz Panstw Zakl Hig*, [s.l.], v. 65, n. 4, p. 263-271, 2014.
- GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. *Journal of the National Cancer Institute*, v.91, n.4, p. 317-331, 1999.
- GOMES, F. S. Carotenóides: uma possível proteção contra o desenvolvimento do câncer. *Revista de Nutrição*, v. 20, n. 5, p. 237-248, 2007.
- GUARNIERI, S.; LOFT, S.; RISO, P.; PORRINI, M.; RISOM, L.; POULSEN, H.E.;DRAGSTED, L.O.; MOLLER, P. DNA repair phenotype and dietary antioxidante supplementation. *British Journal of Nutrition*, v. 99, n.5, p. 1018-1024, 2008.
- HADLEY, C. W., et al. Tomatoes, Lycopene, and Prostate Cancer: Progress and Promise. *Experimental Biology and Medicine*, v. 227, p.869-880, 2002.,
- HAEGELE, A. D. et al. Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevetion*. v.9, n.4, p. 421-425, 2000.
- HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M.C. Antioxidant defences. In: *Free radicals in biology and medicine*. 3rd ed. Oxford: Clarenton Press; 1999b. p.105-148.



- HEBER, D.; LU, Q.-Y. Overview of Mechanisms of Action of Lycopene. *Experimental Biology and Medicine*, [s.l.], v. 227, n. 10, p. 920-923, 2002.
- HOLZAPFEL, N. P. et al. The potential role of lycopene for the prevention and therapy of prostate cancer: from molecular mechanisms to clinical evidence. *Int J Mol Sci*, [s.l.], v. 14, n. 7, p. 14.620- 14.646, 2013.
- HOPPE, P.P. et al. Synthetic and tomato-based lycopene have identical bioavailability in humans. *European Journal of Nutrition*. v.42, n.5, p.272-278, 2003.
- HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E. J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. *Current Opinion in Biotechnology*. v. 13, p. 497-507, 2002.
- INCA; AICR; WCRF. *Dieta, Nutrição, Atividade Física e Câncer: Uma Perspectiva Global*. Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2020.
- INCA; MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Detecção Precoce do Câncer*. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2022.
- INSERRA, P.F.; ARDESTANI, S.K.; WATSON, R.R.; Antioxidants and immune function. In: GAREWELL, H.S. (ed.) *Antioxidants and disease prevention*. Florida: CRC, 1997, p.19-29.
- JÚNIOR, H. P. L.; BRUNELLI, M. J.; LEMOS, A. L. A. Licopeno: Diagn Tratamento, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 71-74, 2011.
- KIMURA, M; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A scheme for obtaining standards and HPLC quantification of leafy vegetable carotenoids. *Food chemistry*. v.78, n.3, p. 389-398, 2002.
- KWAK, N.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 2: the impact on current regulatory terminology. *Food Control*. v. 12, p. 109-117, 2001
- LIVNY, O., et al. Lycopene inhibits proliferation and enhances gap-junction communication of KB-1 human oral tumor cells. *Journal of Nutrition*. v. 132, n. 12, 3754-3759, 2002.
- MACHADO, C. X. *Tomate – o papel do licopeno na proteção antioxidante*. 2005. 13f. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.
- MACHADO, WHALLANS RAPHAEL COUTO et al. Incorporação de compostos fenólicos em produtos alimentícios: uma revisão. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 5, p. 46470-46499, 2021.
- MARIANI et al 2015, MELO, A. e Colaboradores - Braz. J. Nat. Sci. – eletronic journal - ISSN: 2595-0584 - V.4 – N1
- MIRANDA, K. F. Estudo da concentração de licopeno por ultrafiltração a partir de suco de melancia (*Citrullus vulgaris* Schard). 2005. 175f.
- NASCIMENTO, C. C. do; SILVA, P. H. dos S.; CIRILO, S. S. V.; SILVA, F. B. F.. Desafios e Recomendações à Atenção Oncológica durante a Pandemia da Covid-19. *Revista Brasileira de Cancerologia*, [S. l.], v. 66, n. Tema Atual, p. e-1241, 2020. DOI: 10.32635/2176-9745.RBC.2020v66nTemaAtual.1241.
- OHANA PERES LEE; FABIANA COPES CESÁRIO. Relação entre escolhas alimentares e o desenvolvimento de câncer gástrico: uma revisão sistemática. *Braz. J. Hea. Rev.*, Curitiba, v. 2, n. 4, p. 2640-2656, jul./aug. 2019. ISSN 2595-6825.
- OPAS. *Câncer*. Organização Pan-Americana da Saúde (2020).
- ORTEGA-FLORES; CLAUDIA ISABEL ET AL. Biodisponibilidade do beta-caroteno da folha desidratada de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Food Science and Technology*, v. 23, p. 473-477, 2003
- PAULA PIRES; SILVA MEZZOMO; MENDES LEITE; MARINHO DE LUCENA; SILVA E SILVA; ALVES PINHEIRO; JARDIM VARGAS; QUARESMA QUINTAIROS; CARVALHO OLIVEIRA. Rastreamento do Câncer Colorretal: Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v. 4, n. 2, mar./apr. 2021.
- RAO, A. V.; AGARWAL S. Role of Antioxidant Lycopene in Cancer and Heart Disease. *Journal of the American College of Nutrition*, v. 19, n. 5, p.563–569, 2000.
- RODRIGUEZ-AMAYA; DELIA B. Latin American food sources of carotenoids. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, v. 49, n. 3 Suppl 1, p. 74S-84S, 1999.
- MORITZ, Bettina;
- SECRETARIA DA SAÚDE. *Câncer de próstata*. Secretaria da saúde – PR 2019.
- SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. *Revista de Nutrição*, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.
- SOUZA, et al./ *Revista Eletrônica de Farmácia* Vol 3(2), 99-112, 2006 , Moraes F. P. e Colla L. M. p.110
- SPEISKY, H. C.; JIMÉNEZ, I. T. Radicales libres y antioxidantes en la prevención de enfermedades III: evidencias clínico epidemiológicas de los riesgos y beneficios asociados al consumo de antioxidantes en la prevención de enfermedades cardiovasculares. *Revista Chilena de Nutricion*. v. 27, n. 3, p. 314-325, 2000.
- Stahl W, Sies H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? *Arch Biochem Biophys* 1996; 336(1):1-9.
- STRINGHETA, PAULO CESAR et al. Luteína: propriedades antioxidantes e benefícios à saúde. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, v. 17, n. 2, p. 229-238, 2009.
- TAVARES, T.R.P; ANDRADE, F.B; DANTAS, D.K.F; LUDOVICO, M.R.L; ARAÚJO, D.V. Avaliação de

indicadores para câncer de mama no período de 2009 a 2013. Revista Ciência Plural. 2016;2(1):30-41

TAWATA; NATALIA. Determinação de carotenóides em alimentos brasileiros in natura, processados e preparados para a tabela nacional de composição de alimentos. 2010.

TRAMONTE; VERA LÚCIA CARDOSO. Biodisponibilidade do licopeno. Revista de Nutrição, v. 19, p. 265-273, 2006.

WALISZEWSKI, K. N.; BLASCO, G. Propiedades nutraceuticas del licopeno. Salud Pública Méx, [s.l.], v. 52, n. 3, p. 254-265, 2010.

WILD, C. P. et al. Cancer Prevention Europe. Mol Oncol., [s.l.], v. 13, n. 3, p. 528-534, 2019.

ZANIN; TATIANA. Zeaxantina: o que é, para que serve e alimentos ricos. In: Zeaxantina: o que é, para que serve e alimentos ricos. 1. ed. São Paulo, 2022.

## Anexo I.

<b>Composto</b>	<b>Alimentos fonte</b>	<b>Quantidade presente (mcg/100g)</b>	<b>Referência</b>
<b>Licopeno</b>	Goiaba Vermelha	53 a 6	RODRIGUEZ-AMAYA, 2006
	Mamão Formosa	26 a 3	
	Pitanga	73 a 1	
	Tomate	31 a 20	
<b>Isoflavona</b>	Brócolis	0,2 a 7	MORITZ; TRAMONTE, 2006. MACHADO, 2021
	Leite de soja	2944 a 9650	
	Soja em grãos	14 a 54660	
<b>Ômega 3</b>	Sardinha	0,25	ZANIN, 2022
	Salmão	2,8	
	Atum	0,5	
	Sementede linhaça	6,3	
<b>Luteína</b>	Vagem	0,42	CARVALHO, 2000
	Salsa	10,82	
	Abóbora	2,4	
<b>Betacaroteno</b>	Cenoura	2900	ORTEGA-FLORES, 2003 ZANIN, 2022
	Abóbora	2200	
	Brócolis	1600	
<b>Zeaxatina</b>	Espinafre	331	TAWATA, 2010
	Laranja	74	

Quadro 1: Relação dos compostos bioativos e suas quantidades presentes nos alimentos fonte. São Paulo, 2022.