



**UNIVERSIDADE DE COIMBRA  
FACULDADE DE MEDICINA**

**MESTRADO DE NUTRIÇÃO CLÍNICA**

**AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO EM  
MICRONUTRIENTES DO TOMATE  
CONSOANTE A VARIEDADE E MODO DE  
COLHEITA**

**Francelina Faria Costa**

Coimbra, 2009

A Faculdade de Medicina de Coimbra não aceita qualquer responsabilidade em relação à doutrina e à forma desta dissertação (Reg. da Faculdade de Medicina de Coimbra, 1931, art. 108º, & único).

Dissertação de Mestrado em Nutrição Clínica, apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

## ORIENTADORES

Professor Doutor Manuel Teixeira Veríssimo

Professor Doutor Fernando Jorge Ramos

## COLABORADORES

Dr<sup>a</sup> Maria de Lurdes Baeta (Bromatologia)

Dr. David Saraiva (gráficos)

Pedro Alves (ensaios de absorção atómica)

## AGRADECIMENTOS

Consciente que o trabalho que resultou nesta dissertação muito se deve àqueles que com os seus conhecimentos e boa vontade me acompanharam durante a sua preparação, expresso o meu reconhecimento à Professora Doutora Helena Saldanha e à Professora Doutora Lélita Santos, coordenadoras deste Mestrado pela oportunidade e acompanhamento, ao Professor Doutor Manuel Teixeira Veríssimo que aceitou, estimulou e acompanhou a realização deste trabalho; ao Professor Doutor Fernando Jorge Ramos pela sua grande disponibilidade, estímulo, humanidade, colaboração e orientação; à Dr.<sup>a</sup> Maria de Lurdes Baeta pela disponibilidade, humanismo, estímulo e paciência no ensino da realização das análises e pela sua colaboração; ao Dr. David Saraiva pela sua disponibilidade e colaboração na realização de gráficos e tratamento dos resultados e ao Técnico Pedro Alves pela colaboração na realização dos ensaios de absorção atómica.

Agradeço igualmente ao departamento de Bromatologia da Universidade de Coimbra pela disponibilidade dos meios e, aos professores que ministraram a componente lectiva deste curso de mestrado.

Agradeço ainda à empresa Valmarques de Arazede, ao Engenheiro Agrónomo Trincão Marques da Golegã e ao bio-agricultor Carlos Dias de Torres Novas pela cedência das amostras.

Aos laboratórios Boehringer-Ingelheim, Lda., Bayer Portugal, S.A.; Jaba Farmacêutica, S.A.; Solvayfarma Lda e Novartis Farma S.A. o meu agradecimento pelo apoio financeiro na aquisição de reagentes.

Por último agradeço ao meu marido Paulo e ao meu filho Tiago pelo apoio informático dado.

A todos o meu obrigado.

Ao meu filho André, autista, que pela sua condição dificultou este trabalho e foi por ele dificultado, na sua grande necessidade de disponibilidade e atenção.

Aos meus pais, já falecidos, e ao meu irmão que sempre apreciaram a minha procura do “saber”.

*O caminho faz-se caminhando mas, acontece termos de voltar atrás e... procurar novo caminho.*

*Francelina Costa*

**Partes desta dissertação foram já apresentadas** sob a forma de poster em:

7º Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação, realizado no Porto de 11 a 13 de Outubro de 2007 sob o título: *“Avaliação do teor em micronutrientes do tomate consoante a variedade, tipo de cultura, estágio de maturação e zona geográfica; I – os minerais zinco e selénio”*.

2º Encontro de Bromatologia, Hidrologia e Toxicologia, realizado na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa de 17 a 18 de Abril de 2008, sob o título: *“Teor em Cálcio, Magnésio, Selénio e Zinco no tomate consoante estadio de amadurecimento”*.

9º Encontro de Química dos Alimentos realizado em Angra do Heroísmo de 29 de Abril a 2 de Maio de 2009, sob o título: *“Importância do tempo de apanha de tomate das variedades cereja, chucha e redondo no teor de licopeno”*.

9º Encontro de Química dos Alimentos realizado em Angra do Heroísmo de 29 de Abril a 2 de Maio de 2009, sob o título: *“Avaliação do teor em minerais das variedades de tomate cereja, chucha e redondo, durante o processo de maturação após colheita”*.

## ÍNDICE

Resumo	10
Abstract	12
Introdução	14
Objectivos	18
Enquadramento Conceptual	19
1. Radicais livres	20
2. Fotoquímicos anti-oxidantes e captadores de radicais livres. Licopeno	24
3. Minerais e saúde	29
O Tomate	34
Contributos da Investigação	39
1. Material e Métodos	40
2. Resultados	47
2.1. Licopeno – todas as amostras	48
2.2. Licopeno – maturação, tomate chucha	51

---

2.3. Licopeno – maturação, tomate cereja	53
2.4. Licopeno – maturação, tomate redondo	54
2.5. Magnésio – todas as amostras	56
2.6. Cálcio - todas as amostras	58
2.7. Selênio - todas as amostras	60
2.8. Zinco - todas as amostras	62
2.9. Potássio - todas as amostras	64
2.10. Sódio - todas as amostras	66
2.11. Fósforo - todas as amostras	68
2.12. Minerais - maturação, tomate chucha, cereja e redondo	70
Discussão e Conclusões	79
Bibliografia	85

---

## RESUMO

O tomate é o fruto da planta *Lycopersicon lycopersicum* ou *Lycopersicon esculuntum* da família das Solanáceas originária da América Central e do Sul. Foi introduzido na Europa no Sec. XVI pelos Espanhóis. Apesar da sua composição ser maioritariamente água (93-94%), a importância do tomate na alimentação tem vindo a aumentar nos últimos anos, sobretudo devido aos seus teores em micronutrientes com propriedades antioxidantes, constituindo a maior fonte de licopeno conhecida até hoje.

Nesse sentido, e atendendo a que o tomate continua o seu processo de amadurecimento depois de colhido, decidimos efectuar um estudo comparativo entre três das variedades de tomate mais consumidas em Portugal (redondo, chucha e cereja) em três estadios de maturação. As amostras utilizadas no estudo foram provenientes de três zonas do País, Ribatejo (Golegã e Torres Novas), Douro Litoral (Póvoa de Varzim) e Beira Litoral (Arazede) e de dois tipos de cultura, biológica e intensiva.

Nesta sequência foram estudados os teores em cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), selénio (Se), sódio (Na) zinco (Zn), e licopeno.

A determinação do Ca, Mg, Se e Zn foi efectuada por espectrofotometria de absorção atómica; Na e K foram determinados por fotometria de chama; P por colorimetria por reacção com ácido molíbdico e sulfato ferroso e, o licopeno, por cromatografia líquida de alta resolução com detecção ultra-violeta (HPLC-UV).

A variedade cereja foi a que apresentou um maior conteúdo em minerais. À medida que decorreu o processo de amadurecimento fora do tomateiro, os teores em Zn, P, Na e K não sofreram variações significativas.

Diferenças significativas foram observadas para o Ca, Mg e especialmente para o Se. O conteúdo inicial em Ca e Mg diminuiu ao longo da maturação. Contrariamente, registou-se um aumento do teor em Selénio. Para as variedades estudadas, verificou-se que a maturação após colheita superior a 11 dias, origina uma diminuição no conteúdo total em minerais.

Independentemente da variedade, e, como era de esperar, verificou-se que o tomate maduro foi o que apresentou maior teor em licopeno, sendo, por isso aquele cujo consumo traz maior benefício para a qualidade de vida da população. Este carotenóide com acção antioxidante, contribui para a prevenção de doenças degenerativas, cardiovasculares e de certos tipos de cancro.

Os resultados obtidos foram similares para as três variedades de tomate em estudo. Verificou-se que no dia 0 (dia em que os tomates foram colhidos) o estadio maduro apresentava uma quantidade de licopeno muito superior, enquanto que no estadio verde as quantidades eram vestigiais.

Ao longo da maturação após colheita, as quantidades de licopeno nos estadios meio-maduro e verde foram aumentando. Contudo, nos frutos colhidos no estadio verde os teores em licopeno permaneciam, ainda assim muito inferiores em relação aos colhidos nos estadios meio-maduro e maduro.

Para as variedades estudadas, registou-se que, de forma global, uma maturação após colheita superior a 11 dias, não representa uma mais-valia considerável, nos teores em licopeno.

Os dados obtidos permitem ainda auxiliar o sector da produção a escolher o momento mais adequado para a colheita de cada uma das variedades de tomate e assim acrescentar valor a este importante produto nacional, quer para a saúde da população, quer para a economia portuguesa.

## ABSTRACT

The tomato is the fruit of the plant *Lycopersicon lycopersicum* or *Lycopersicon esculantum* of the Solanaceae family originating in Central and South America. It was introduced in Europe in the 16th century by the Spanish. Although its composition is mostly water (93-94%), the importance of tomatoes in our diets has increased in recent years due to their high level of micronutrients with antioxidant properties. Of particular importance is lycopene, for which the tomato is the largest source known today. Lycopene, a carotenoid with antioxidant properties, contributes to the prevention of degenerative diseases, cardiovascular diseases and certain cancers.

We made a comparative study of three tomato varieties most widely consumed in Portugal (round, pear and cherry) in three stages of ripening. The samples used in the study were from three regions of Portugal: Ribatejo (Tomar and Torres Novas), Douro Litoral (Póvoa de Varzim), and Beira Litoral (Arazede). Different types of culturing processes were also studied, biological and intensive.

Subsequently, we studied the levels of calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), phosphorus ( $\text{P}^+$ ), magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), selenium (Se), sodium ( $\text{Na}^+$ ), zinc ( $\text{Zn}^+$ ), and lycopene. The determination of Ca, Mg, Se and Zn was carried out by atomic absorption spectrophotometry, Na and K were determined by flame photometry, P by colorimetry by reaction of molybdic acid and ferrous sulfate, and lycopene by high performance liquid chromatography resolution with ultraviolet detection (HPLC-UV).

The cherry variety of tomato had a higher mineral content among the three varieties studied. Nonetheless, regardless of the variety of tomato, it was observed that as the tomato ripened the levels of Zn, P, Na and K did not vary significantly. However, a significant decrease was observed for Ca and Mg. In contrast, a significant increase of Se was observed. Overall, it was found that all varieties of tomato that underwent ripening for a period of 11 days after harvest had a decrease in total mineral content.

Furthermore, regardless of variety, and as expected, it was found that the ripe tomato showed the highest content of lycopene, and is therefore one whose consumption brings

more benefit to the quality of living. Specifically, it was found that at day 0 (the day the tomatoes were harvested), there was a much higher level of lycopene, than tomatoes that were unripe. As the tomatoes continued to ripen after harvest, their levels of lycopene increased. The highest levels of lycopene were observed in tomatoes that had a ripening period of 11 days after harvest.

The data obtained provides further aid to the agricultural sector to choose the most appropriate time for the harvest of each variety of tomato, and thus add value to this important national product, both for people's health and for the Portuguese economy.

## INTRODUÇÃO

*“Diz-me o que comes e eu te direi quem és...”*

[Gean Anthelme Brillat Savarin, gastrónomo francês do Sec. XIX]

A alimentação tem relação com a saúde e, influi nos estados de espírito, nas capacidades cognitivas [Bourre, 2001; Bourre, 1990]. Segundo estudos apresentados no último Congresso da ESPEN (The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism) em Florença, em Setembro de 2008, parece haver evidência, por exemplo, de que os ácidos gordos ómega 3 melhorem o humor e os ómega 6 contribuam para a depressão e para a agressividade [Appleton *et al.*, 2008]. No momento actual, não interessa já, só sobreviver, interessa “viver”, saboreando a vida.

Qualquer máquina necessita, para o seu funcionamento, de alimentação adequada. A máquina humana também. Mas enquanto que, para as outras máquinas a alimentação necessita só, de fornecer energia, o corpo humano necessita de muitos outros constituintes alimentares além dos fornecedores de energia. São os nutrientes. Já todos conhecidos?... Identificados estão os macronutrientes (assim designados por serem necessários em maiores quantidades) e um grande número de micronutrientes (necessários em pequena quantidade). É neste último grupo que o nosso conhecimento parece longe “dum saber satisfatório”. Ultimamente, os anti-oxidantes, estão a ser alvo de grande atenção pela comunidade científica. Afinal parece ser deles, grande responsabilidade na prevenção de doenças degenerativas e genéticas, na fertilidade e na longevidade.

Em controvérsia está actualmente o uso generalizado de suplementos alimentares contendo vitaminas, minerais e oligoelementos, isoflavonas, licopeno ou outros antioxidantes isolados ou em complexos [Vázquez Martínez *et al.*, 1998, 2008].

*...” O caminho faz-se caminhando mas, acontece termos de voltar atrás e... procurar novo caminho...”*

Estudos mostraram que estes suplementos podem ter efeitos deletérios, que podem existir sinergismos ou antagonismos nas acções específicas no metabolismo destes micronutrientes tornando difícil o seu manuseamento [Astley, 2003] Nos alimentos, eles estão em sintonia!

*“O todo é melhor que as partes ...”*

Por outro lado, estudos epidemiológicos sugerem uma correlação positiva entre dietas ricas em vegetais e frutos e a menor incidência de doenças degenerativas [Ames *et al.*, 1993] Este efeito benéfico é principalmente atribuído à presença de vitaminas, minerais e compostos fitoquímicos tais como carotenóides, antocianinas, catequinas e outros compostos fenólicos amplamente distribuídos no reino vegetal.

A nutrição clínica moderna (ciência que estuda a relação dos alimentos com as doenças) [Saldanha, 1998], tem poucas décadas de existência (início em 1960-1970), pelo que o caminho a percorrer, ainda é longo...

Para chegarmos “à verdade” de hoje... que poderá não ser a verdade de amanhã... Mas em “cada hoje” facilita ter “verdades”, regras, princípios orientadores de conduta e isto aplica-se naturalmente também em relação à alimentação e à Nutrição Clínica.

Estudar a relação dos alimentos e dos nutrientes por eles fornecidos, com as patologias, comportamentos e capacidades físicas e mentais que caracterizaram cada época, ao longo da evolução humana, até aos nossos dias, poderá dar-nos orientações acerca da alimentação “ideal” individualizada, para o presente e para o futuro próximo.

Não é de hoje a preocupação humana com a alimentação. Hipócrates, séc. V A.C., opinou que a alimentação devia ter adequação ao indivíduo e neste, à sua idade, temperamento, actividade, e às condições climáticas. Descreveu até a sopa, relacionando-a como promotora de saúde, na obra “DE DIAETA “. Na Antiguidade Clássica, outros autores foram chamando a atenção para a relação causa-efeito da alimentação com o estado de saúde dos indivíduos: Homero que considerou o humano “um comedor de pão” (No seu tempo 80% do contributo calórico total era fornecido pelo pão); Pitágoras adepto do vegetarianismo e, vários outros pareceres sobre o tema chegaram até nós num grande número de obras dietéticas da época. Num livro de

medicina escrito em demótico, do séc. II D.C. essa preocupação estava explícita. A mentalidade medieval também estabelecia uma correspondência muito forte entre a alimentação e a saúde. Mais tarde, encontramos descritas, as opções alimentares, relacionadas com expectativa de saúde, de, por exemplo Albert Einstein e Benjamim Franklin, entre outros [Fandrin & Montanari, 1998].

Nos últimos séculos pouco mudou na alimentação. Mas nas últimas décadas, houveram alterações marcantes: o modo de agricultura intensiva, exaustiva que pode levar à depleção dos solos podendo originar desequilíbrios em nutrientes nos alimentos; o recurso a fertilizantes de síntese, a pesticidas e herbicidas químicos acrescentou contaminantes [Prego *et al.*, 2002; Caris-Veyrat, *et al.*, 2004] a poluição ambiental, em geral, (solos, águas e ar) também; os modos de colheita e conservação alteraram-se (antes, dum modo geral, colhia-se e comia-se, agora colhe-se verde, o que pode, ou não, influir no conteúdo em nutrientes), o amadurecimento acontece frequentemente após a colheita e até ao consumidor passa por processos de conservação físicos e químicos, que também os podem alterar.

Os estilos alimentares recentes, alimentos refinados, processados, com inclusão de corantes, saborizantes, conservantes, grande quantidade de açúcar e edulcorantes, gorduras hidrogenadas (as gorduras trans), bem como os excessos alimentares e as refeições desequilibradas em nutrientes, o “fast-food”, uma panóplia de bebidas que são quase exclusivamente “caldos” químicos, constituem outra vertente da mudança...

Aumentaram, a obesidade, a incidência de doenças oncológicas, cardiovasculares, degenerativas e psiquiátricas [Baker & Wellman, 2005]. Haverá relação?

Pela primeira vez na História as nossas crianças terão menor esperança de vida (menos cinco anos) que os seus ascendentes directos.

Estudar os alimentos, as suas diferenças em relação aos nutrientes, consoante modos de cultura, de colheita, de conservação e de processamento culinário (factores que podem alterar a sua composição nutricional final); as suas associações que poderão ser sinérgicas, antagónicas, convenientes ou indiferentes; e ainda o seu teor de contaminantes, dar-nos-á conhecimentos oportunos no momento actual, absolutamente necessários à evolução, qualidade de vida e continuidade dos humanos para que vivam mais e melhor [Buettner & McLain, 2006].

Conhecimentos que aplicados à Nutrição Clínica contribuirão para a prevenção e terapia das doenças (Nutritherapia), longevidade, e muito possivelmente para o nosso modo de ser e de viver, pela expectável influência dos nutrientes nos processos cognitivos e emocionais. Conhecimentos esses que não deixarão de ser, também, contributos para a preservação do ecossistema., Um slogan possível:

**safemo-nos e safemos a Terra!...**

## OBJECTIVOS

A agricultura das últimas décadas, intensiva depletiva dos solos e com recurso a químicos vários, como os adubos de síntese, pesticidas, herbicidas e estimulantes de crescimento dos vegetais, deixa, por um lado, os solos empobrecidos podendo ser causa de alimentos desequilibrados nos seus nutrientes; por outro lado, introduz contaminantes cujos prejuízos para a saúde humana são, pelo menos em parte, conhecidos.

Podemos estar a consumir alimentos que, além de vincularem tóxicos, são “desfalcados” nos seus nutrientes. É caso para se afirmar que “estamos a ser roubados” no que diz respeito à nossa nutrição.

E que influência tem a colheita dos frutos, antes de atingir a completa maturação frequentemente praticada pelos produtores industriais, na sua composição em nutrientes? E essa composição também depende da variedade do fruto?

Assim sendo, mesmo com uma alimentação considerada equilibrada, as DDR (doses diárias recomendadas) dos nutrientes podem não ser satisfeitas, inclusive as DDR dos anti-oxidantes, actualmente objecto de grande interesse pela comunidade científica. Esses anti-oxidantes, na sua maioria, são os pigmentos coloridos, responsáveis pela cor dos alimentos, que sempre lá estiveram mas a que se atribuía um papel estético, uma característica apelativa ao seu consumo, “um quase pedido de comam-me”... Tão apelativo que os fabricantes de alimentos processados fazem uso dessa característica adicionando-lhes corantes naturais ou artificiais com o mesmo intuito. Mas afinal a Natureza fez belo e “premiado”!

O objectivo deste trabalho foi o de monitorizar o teor de micronutrientes num fruto, consoante a sua variedade e estágio de maturação quando da colheita e no período pós-colheita.

A opção pelo tomate deve-se à sua predominância na alimentação a nível global e à sua riqueza em micronutrientes, nomeadamente em minerais e em licopeno, o carotenoide que parece ser um dos mais eficientes anti-oxidantes dos até agora conhecidos.

## ENQUADRAMENTO CONCEPTUAL

## 1. RADICAIS LIVRES

Radicais livres (substâncias reactivas de oxigénio -ROS ou R<sup>o</sup>; substâncias reactivas de nitrogénio -RNS; ...) são moléculas, ou fragmentos de moléculas, ou átomos, continuamente produzidos no corpo humano durante os processos metabólicos. [Halliwell & Gutteridge, 1990]: na respiração celular (o processo metabólico aeróbico produz 90% de ROS), na fagocitose, no metabolismo que usa metais como o cobre, cobalto, ferro e níquel, no catabolismo (peroxisomas e neurotransmissores), na destoxicação (citocromo P<sub>450</sub>, ...), nos processos inflamatórios e alérgicos... As principais fontes endógenas de radicais livres são os organelos citoplasmáticos que metabolizam o oxigénio, o nitrogénio e o cloro.

Em vez do número par de electrões que confere estabilidade à existência das moléculas orgânicas, os radicais livres são caracterizados por possuírem pelo menos um electrão desemparelhado ou solitário numa orbita externa, o que os torna extremamente reactivos. A perda desse electrão origina um campo magnético muito instável que provoca novo emparelhamento com um electrão de outra substância provocando reacções em cadeia (stress oxidativo) que só terminam quando são fraccionados por enzimas, ou, recebem um electrão de uma substância anti-oxidante.

A perda de um electrão é um fenómeno de oxidação; a doação de um electrão é um fenómeno de redução (processo redox ou de redução-oxidação). Uma oxidação não implica necessariamente a acção química de oxigénio; trata-se de uma generalização do termo. Geralmente o dador é um hidrogénio de uma cadeia carbonada (caso dos fitoquímicos carotenóides).

Os seus precursores estáveis são vários: peróxidos, hidroperóxidos, peroxiácidos, compostos azotados, ...Têm uma semi-vida muito curta, inferior a uma milésima de segundo (exceptuando os radicais livres inertes) [Ballester, *et al.*, 1996], dificultando o seu estudo.

No inicio da década de 60 do Sec. XX surgem os primeiros trabalhos sobre a sua existência e funções. [Afanas'ev, 2005]. Normalmente sob controlo fisiológico, a produção excessiva contínua, ou a exposição a origens exógenas de radicais livres, ou a falência dos mecanismos endógenos de defesa anti-oxidante, podem originar um grande

número de danos estruturais e funcionais, a nível da membrana celular, inclusive do núcleo, responsáveis por variados processos patológicos.

São tanto mais perigosos quanto maior é a sua agressividade química, concentração, persistência e duração de acção.

Entre os radicais livres mais lesivos está o radical hidroxilo ( $\text{OH}^\circ$  ou  $\text{HO}^\circ$ ), um dos mais potentes oxidantes que se conhece, uma arma executiva por excelência, devido à sua semelhança química com a água e à pequena dimensão, que facilitam a penetração nas membranas celulares, produz efeitos devastadores [Ballester, *et al.*, 1996].

O óxido nítrico ( $\text{NO}^\circ$ ), descoberto em 1987, produzido no organismo quando da hidroxilação da arginina, a nível do endotélio dos vasos, nas células cerebrais e nos leucócitos, também funciona como oxidante quando produzido em excesso, tornando-se então um grande agressor dos genes.

Entre os danos atribuídos aos radicais livres estão o fraccionamento das cadeias de ácidos gordos polinsaturados, originando malonil-dialdeído, dienos conjugados e lipofuscínas que modificam o DNA e levam à produção de anticorpos; o fraccionamento das cadeias de fosfolípidos e das cadeias peptídicas das membranas celulares; a alteração do colesterol das membranas celulares para oxicolesterol, alterando a sua função na membrana; a alteração das fibras elásticas e de colagénio originando fibrose; a interacção com os componentes celulares, podendo estar na origem de mutações genéticas, degenerescências celulares malignas, degenerescência da mácula lútea (principal causa de cegueira) e de doenças auto-imunes; a alteração dos nucleótidos do DNA, donde podem resultar mutações, neoplasias, doença de Alzheimer, entre outras; a reacção com as LDL alterando-as, pelo que estas deixam de ser reconhecidas pelos receptores hepáticos, sendo captadas pelos macrófagos, dando origem às células espumosas que infiltram o endotélio das artérias constituindo provavelmente a origem da aterosclerose, ...

Por outro lado, os radicais livres actuam como mediadores na transferência de electrões nas reacções bioquímicas, desempenhando funções relevantes no metabolismo energético, na destoxicação, na protecção frente a microorganismos patogénicos...O óxido nítrico foi eleito em 1992 “molécula do ano” pelas suas funções como potente

vasodilatador e mensageiro biológico, participando por exemplo na transmissão do impulso nervoso e na erecção sexual [Zaslaver, *et al.*, 2005].

Concluindo, os radicais livres em excesso podem originar um grande número de danos estruturais e funcionais, a nível da membrana celular bem como no interior da célula, inclusive do núcleo. Controlar a sua produção (que é inevitável e necessária) e a sua neutralização, será benéfico no retardar do envelhecimento e na prevenção da doença. [Giese, 1999; Gredilla, *et al.*, 2004].

O organismo tem meios para os neutralizar, quando necessário e dentro dos limites fisiológicos, a saber:

- enzimas que os degradam;
- coenzima Q10 (produzida no fígado e que se encontra nas membranas das mitocôndrias);
- minerais - selénio, zinco, manganês e cobre (que actuam como coenzimas);
- vitaminas (E, C, A), que os reduzem;
- fitoquímicos antioxidantes que os reduzem ou aniquilam directamente (captadores de radicais –“radical scavenger”) [Ballester, *et al.*,1996].

Dentro das enzimas, salientam-se:

- enzima superóxido desmutase Cu-Zn SOD, localizada no citoplasma e no meio extracelular;
- enzima superóxido desmutase Mn SOD, localizada nas mitocôndrias;
- a glutatíon peroxidase;
- a glutatíon reduzida;
- a glutatíon redutase (esta sobretudo na membrana celular);
- a catalase que, localizada nos peroxisomas, tem grande acção destoxicante no fígado.

O exercício físico moderado aumenta a actividade antioxidante de algumas enzimas, já o exercício físico violento reduz as suas capacidades anti-oxidantes [Davison *et al.*, 2005].

Aumentam a produção de radicais livres:

- o stress psico-emotivo;

- a gravidez;
- as doenças;
- o exercício violento;
- a ingestão calórica excessiva.

São fontes exógenas de radicais livres:

- fumo de combustão (tabaco, motores, incêndios);
- ozono;
- óxido de carbono e dióxido de azoto;
- fármacos;
- nitritos (usados como aditivos alimentares);
- alimentos carbonizados e infusões com sementes tostadas (café);
- formol;
- solventes;
- cádmio;
- tricloroetileno;
- tetraetil de chumbo;
- radiações ultra-violeta (UVA e principalmente UVB);
- radiações atômicas, raios X e Gama.

O abrandamento do metabolismo pela restrição calórica, a evicção das suas origens internas e externas e o fornecimento de nutrientes antioxidantes e “radical scavenger”, poderão constituir meios para diminuir e/ou neutralizar a produção em excesso de radicais livres (stress oxidativo) e dos seus efeitos deletérios para a saúde e longevidade [Weindruch *et al.*, 2001].

## 2. FITOQUÍMICOS ANTI-OXIDANTES E CAPTADORES DE RADICAIS LIVRES.

Os anti-oxidantes são na sua maioria hidrocarbonetos que doam ao radical livre um ou mais electrões oriundos de um dos seus hidrogénios. Os compostos captadores de radicais livres (*radical scavenger*) captam-nos ou fraccionam-nos.

Sintetizados, em regra, pelos vegetais e sob a forma de pigmentos que conferem a cor a esses mesmos vegetais, encontram-se, por sequência da cadeia alimentar, também, em produtos animais como ovos, salmão...

São eles: o licopeno, responsável pela cor vermelha, laranja ou amarela; as antocianinas responsáveis pelas cores azul, vermelha ou violeta; o beta-caroteno que confere a cor laranja ou amarela; a curcumina ou o zeta-caroteno que conferem a cor amarela...

Além de estarem presentes nas flores, frutos, raízes, legumes e verduras da dieta, encontram-se também em outros alimentos de origem vegetal tais como azeite, vinho, chá verde e açafrão. Estão mascarados em muitas plantas, pela clorofila [Belitz, *et al.*, 2004].

A razão para as plantas terem grande quantidade destes compostos reside no facto de se produzir um grande número de radicais livres durante o processo da fotossíntese. As plantas necessitam destes compostos para se protegerem de lesões celulares.

Estudos clínicos e epidemiológicos tendem a evidenciar que a ingestão destes compostos pode resultar em protecção semelhante para o ser humano, especialmente quando se ingere grande variedade [Kozukn & Friendman, 2003].

Discute-se a relação do stress oxidativo com a fisiopatologia e etiopatogénese das doenças e a possível interferência nutri-terapêutica dos anti-oxidantes nestes processos. [Steinbrecher, 1997; Rimm & Stampfer, 1997; Khan, 2005; Witorska, *et al.*, 2005; Heller, *et al.*, 2006].

Atribuem-se-lhes acções anti-mutagénica, anti-inflamatória, anti-cancerinogénica, anti-envelhecimento.

São já conhecidos milhares, divididos em dois grandes grupos principais: carotenóides (conhecidos mais de 600) e polifenóis, também designados fenóis ou compostos fenólicos (conhecidos mais de 8000) [Sies, *et al.*, 1992; Belitz *et al.*, 2004].

Na tabela que se encontra na página seguinte, Tabela 1, esquematizam-se alguns destes compostos, com algumas notas sobre as principais fontes alimentares e algumas particularidades das suas actuações [Fairfield, & Fletcher, 2002; Sherry *et al.*, 2005].

**Tabela 1** – Principais anti-oxidantes naturais, respectivas fontes alimentares e principais propriedades (\* Actividade anti-radicaís livres já demonstrada)

<p><b>Carotenóides</b></p> <p>(Compostos exoprenóides solúveis em lípidos e insolúveis em água. São os melhores captadores do oxigénio singlete)</p>	<p>Carotenos</p> <p>(Mais de 450)</p>	$\beta$ -Caroteno*	Cenoura, milho, manga, papaia, abóbora, batata-doce, bróculos...	Pró-vitamina A	
		$\alpha$ -Caroteno		Pró-vitamina A	
		$\zeta$ -Caroteno	Bagas		
		$\Psi$ -Caroteno* (licopeno)	<b>TOMATE</b> , laranja red-avel de Cara-Cara, Melancia, Pimento		
		Fitoeno			
		Flytoflueno			
	<p>Xantofilas</p>		Luteína*	Bagas, framboesa, milho, <b>TOMATE</b> , sendo o carotenóide mais frequente nas plantas verdes	Anti-cataratas e anti-degenerescência macular (são os antioxidantes mais presentes na retina)
			Zeaxantina*	Milho, vegetais verdes	
			Criptoxantina	Citrinos, papaia, <b>TOMATE</b> e amoras	Pró-vitamina A
			Cantoxantina		
			Violaxantina		
			Citraurim		
			Mutafoxantina...		
	<p><b>Polifenóis</b></p> <p>(Compostos hidrófilos, têm ações anti-oxidante, anti-inflamatória, inibindo a proteíνας inflamatórias COX-2, anti-virais, activam a enzima AMP kinase ajudando a restabelecer os níveis celulares de ATP...)</p>	<p>Flavonoides</p> <p>(Mais de 800)</p>	Antocianinas	<b>TOMATE</b> , amoras, couve-rouxa, bouca-de-dragão, mirtilo	
Rutina*			<b>TOMATE</b>	Responsável pelas cores de Outono nas folhas	
Naringina			<b>TOMATE</b>		
Quercetina			Pimento, chá, cebola e bagas		
Hesperidina					
Morin					
Amentoflavonas			Ginkgo-Biloba		
Ácido helágico			Cerejas, uvas, morangos, framboesas e toranjas		
<p>Ácidos fenólicos</p>			Kaempferol		
			Silimarina...	Cardo	
			Ácido cafeico*	Bastante no <b>TOMATE</b> (5 mg por 100 g)	
			Ácido ferrúlico		
			Ácido cumárico		
<p>Taninos</p>			Ácido clorogénico		
			Ácido gálico	Alho e <b>TOMATE</b>	
			Hidrolisados		
<p>Fitosteróis</p>			Condensados (proantocianidinas de grande peso molecular)	Framboesa, uvas, dióspiros, mirtilos, chá, vinho e romã	
			Genesteína	Soja, ervilha e cenoura	
<p>Catequinas*</p>			Diadzeína		
<p>Curcuminas</p>			Chás: preto, verde, jasmim; cacau, frutos e produtos hortícolas	Incolores, têm capacidade antioxidante semelhante à vitamina E à vitamina C.	
			Açafrão		
<p>Glucosinolatos</p>			Nabo, couve-flor, couve de Bruxelas, repolho, espinafre, alho, alface e abóbora...	Interferem no metabolismo do iodo	

A concentração dos carotenóides no plasma é dependente da dieta e tendem a diminuir ao longo da vida com excepção do licopeno [Al-delaimy, *et al.*, 2005].

Estudos indiciam a sua acção preventiva nas cataratas, degenerescência macular, fotossensibilidade (exemplo da porfíria), doenças cardiovasculares, respiratórias, auto-imunes e neoplásicas [WHO, 1998; Jansen, *et al.*, 2004; Cho, *et al.*, 2004; Wood, *et al.*, 2005]. Ao contrário perante situações de altas concentrações oxigénio, parecem ter acção pro-oxidante.

Estudos parecem indiciar que a sua acção antineoplásica só é evidenciada quando provém dos alimentos. Quando administrados em suplemento alguns estudos apontam para risco acrescido de doença cancerígena [Estudos ATBC (Alpha-Tocopherol Beta-Caroteno) e CARET (Beta-Caroteno, Retinol, Efficacy Trial)] [WHO,1998]. [David I., 2004], [Way IC, 2000]

O licopeno (C<sub>40</sub>H<sub>56</sub>) é o anti-oxidante carotenóide (Ψ-caroteno) mais poderoso entre os já estudados [Rao *et al.*, 1998]. Pertence ao subgrupo dos carotenóides não oxigenados sendo caracterizado por uma estrutura acíclica e simétrica contendo onze ligações duplas conjugadas responsáveis pela sua cor [Rao & Agawal, 2000]. Devido à sua estrutura química, o licopeno figura como um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, especialmente aqueles derivados do oxigénio, sendo duas vezes mais potente que o β-caroteno e 10 vezes mais potente que a vitamina E [Ivanov, *et al.*, 2007]. Estudos indiciam que interage sinergicamente com a vitamina E [Shi *et al.*, 2007].

Estudos clínicos e epidemiológicos têm vindo a confirmar que dietas ricas em licopeno estão associadas à descida do PSA (marcador do cancro da próstata) e à redução do risco de desenvolvimento e tratamento do cancro da próstata [Mohanty, *et al.* 2005; Ivanov *et al.*, 2007], boca, esófago, estômago [Collins *et al.*, 1994; McCord, 2000; Velmurugan & Nagini 2005; Liu, *et al.*, 2006; Frusciante, *et al.*, 2007], pâncreas, pulmão, útero e ovário bem como uma menor incidência de doenças degenerativas crónicas e cardiovasculares [Giovannucci, 1999; Nguyen & Schwartz, 1999; Rao & Agawal, 2000].

O licopeno interfere com o factor de crescimento das células cancerígenas; interfere na síntese do colesterol em sinergia com a vitamina B3 e a luteína e actua na

modulação da resposta inflamatória actuando na via das cicloxigenases [Heber & Lu, 2002].

O teor do licopeno depende muito de estágio de maturação do tomate: maior maturação, maior teor de licopeno, variando pouco significativamente da variedade e da zona geográfica de produção [Kozuhue & Friedman, 2003].

A absorção intestinal do licopeno aumenta até à dose de 7 mg na dieta, valor a partir do qual a absorção já não depende da dose de ingestão [Diwadkar-Navsariwala *et al.*, 2003; Erdman, 2005].

### 3. MINERAIS E SAÚDE

Os minerais e elementos-traço (minerais presentes no organismo em menores quantidades) são iões inorgânicos importantes para a saúde humana, estando o seu défice associado a patologias como osteoporose, cancro, infecções, doenças psiquiátricas, atraso de crescimento, diabetes, doenças cardíacas e respiratórias...[Ramos Leandro, 2009] [Huang Hy et al 2006]

Encontram-se nos solos e rochas, donde passam às plantas, entrando assim na cadeia alimentar.

Muitas correlações entre os minerais e os elementos-traço foram encontradas, o que indicia relações metabólicas entre eles, a maior parte delas positivas, excepto para o sódio que aparenta ter efeitos antagónicos com os outros. O potássio é o que parece ter maior número de correlações com os outros minerais, excepto com o magnésio [Hernandez, *et al.*, 2005].

No presente estudo, avaliaram-se os teores dos minerais potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), sódio (Na) e dos elementos-traço zinco (Zn) e selénio (Se), em tomates de três variedades (redondo, chucha e cereja) em três estadios de maturação quando da colheita e em vários períodos pós colheita. São frutos oriundos de três zonas geográficas do país (Póvoa de Varzim, no Douro Litoral, Arazede, na Beira Litoral e Golegã e Torres Novas, no Ribatejo) e de dois modos de cultivo (biológico e industrial). Estas duas últimas variáveis, zona geográfica e modo de cultivo, não vão ser objecto de conclusões e discussão. Não fazem parte do objectivo deste trabalho. Foram introduzidas como meio de diversificação no nosso conjunto de tomates, passíveis de encontrar no mercado.

Pareceu-nos importante avaliar se a sua concentração depende da variedade, da maturação ou da separação da planta-mãe (pós colheita), dados que podem interessar à ciência da Nutrição e à economia agrícola, nomeadamente colheita, distribuição, e industria de processamento do tomate e dos seus derivados destinados ao consumo humano.

Algumas notas acerca da importância destes micronutrientes no metabolismo, carências e excessos, bem como de alimentos que os contêm em maior quantidade são, a seguir, brevemente apresentados:

### **Potássio (K)**

É um mineral de extrema importância para o bom funcionamento celular, participando no equilíbrio hídrico, na estrutura do ADN, no processo dos impulsos nervosos, no processo de crescimento celular...

A sua carência pode ser causa de arritmias cardíacas, astenia, depressão, nervosismo, dificuldades respiratórias, retenção de Na...

O seu excesso é raro, em condições fisiológicas normais, por ser excretado na urina.

Fontes alimentares que mais o contêm: verduras cruas e água da sua cozedura, leguminosas, gérmen de trigo, tomate...

[<http://www.alessandracoelho.com.br/potassio.htm>]

### **Cálcio (Ca)**

É dos minerais mais abundantes no organismo, encontrando-se 99% na constituição de ossos e dentes. Activa enzimas, actua nas funções hormonais, participa no processo de coagulação sanguínea, regula a frequência cardíaca, participa no processo de transmissões nervosas e de contracção muscular,..

Quando em carência, o organismo retira-o dos ossos e dentes, podendo ainda originar hipertensão arterial, irritabilidade, insónia, parestesias, unhas quebradiças...

O seu excesso pode originar, por exemplo, litiasis. A vitamina D é essencial à sua absorção. A gordura saturada dificulta a sua absorção. Dietas hiperproteicas aumentam a sua excreção pela urina e fezes. Cafeína estimula a sua retirada dos ossos.

Fontes alimentares que mais o contêm: lacticínios, vegetais verdes, leguminosas, amêndoas, sésamo... [<http://www.alessandracoelho.com.br/calcio.htm>]

### **Magnésio (Mg)**

Existe no organismo em grande quantidade distribuído nos ossos, músculos, tecidos moles e fluidos extracelulares. Participa na produção de energia, na lipólise, na oxidação dos ácidos gordos, na contracção muscular, na coagulação sanguínea, no sistema imunológico.

A sua carência pode originar agitação, depressão, insónia, tremor muscular, extremidades frias, taquicardia, variações da tensão arterial, náusea, vômito, litíase renal, fadiga...

O seu excesso pode ser causa de miastenia, dispneia, boca seca, polidipsia, eritema cutâneo, a sua absorção é prejudicada por dietas hipoproteicas ou ricas em cálcio, gorduras, carboidratos e lactose. Altas concentrações de sódio e cálcio estimulam a sua excreção pela urina. Dietas hiperproteicas aumentam a sua necessidade e podem elevar a sua excreção pela urina.

Fontes alimentares que mais o contêm: cereais integrais, leguminosas, sementes, nozes, gérmen de trigo, tofu, linguado, batata, chocolate...

[<http://www.alessandracoelho.com.br/magnesio.htm>]

### **Fósforo (P)**

Encontra-se na sua maioria no esqueleto e dentes e participa de vários metabolismos: processo de produção de energia (ATP) activação de enzimas... É intimamente ligado ao cálcio.

A sua carência pode ser causa de diminuição de reflexos, miastenia, parestesias nas extremidades... O seu excesso facilita a retirada de cálcio dos ossos, calcificação dos tecidos moles, “rash” cutâneo... A formação de quelatos impede a sua absorção no intestino, encaminhando-o para as fezes.

Fontes alimentares que mais o contêm: nozes, carnes, sardinha...

[<http://www.alessandracoelho.com.br/fosforo.htm>]

### **Sódio (Na)**

Participa de vários metabolismos como o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, manutenção do líquido extra-celular, na actividade eléctrica-fisiológica dos músculos e nervos (contração muscular, ritmo cardíaco e impulsos nervosos).

A sua carência, rara (presente em quase todos os alimentos naturais e principalmente processados) pode ser fonte de cefaleias, tonturas, dificuldade de memorização, astenia...

O seu excesso é causa de disfunção renal, hipertensão arterial e tremor.  
[<http://www.alessandracoelho.com.br/sodio.htm>]

### **Zinco (Zn)**

Encontra-se mais abundantemente no músculo esquelético e nos ossos. Está ainda presente em todos os tecidos, órgãos, fluidos e secreções corporais. É elemento-traço fundamental para diversos metabolismos, sistema imunitário e anti-oxidação, tendo por isso importante papel na prevenção de doenças como a diabetes, doenças coronárias, cancro e algumas infecções [Overbeck, *et al*, 2008]. Activa enzimas; participa no metabolismo dos hidratos de carbono, proteínas e lípidos; ajuda ao bom funcionamento do sistema imunológico; participa no processo de cicatrização; participa na síntese do ADN.

A sua carência pode ser causa de lesões da pele e mucosas, perturbação na cicatrização de feridas, unhas quebradiças, queda de cabelo, perda de peso, atraso de crescimento, diarreia, impotência e imaturidade sexual, cansaço, depressão...

O seu excesso pode originar baixos níveis de cobre, alterações na função do ferro, diminuição da função do sistema imunológico e dos níveis de HDL-colesterol.

Fontes alimentares que mais o contém: ostras, carnes vermelhas, aves, alguns peixes, mariscos, favas, nozes, gérmen-trigo...

[<http://www.alessandracoelho.com.br/zinco.htm>]

### **Selénio (Se)**

A sua função mais conhecida é a de anti-oxidante em associação com a enzima glutathiona peroxidase. Tem suscitado grande interesse pela comunidade científica nos últimos tempos. Encontra-se na composição das selénio-proteínas, vitais ao organismo humano, tendo sido já identificadas 25, entre as quais, peroxidases que têm importantes propriedades anti-inflamatórias e protegem as membranas solares dos radicais livres; deiodinases que participam na produção das hormonas tiroideias; proteínas envolvidas na produção e reparação do ADN.

Participa ainda em outros metabolismos como o de certos aldeídos e compostos estranhos ao organismo, como por exemplo os de compostos aromáticos derivados de plantas e pesticidas. Presente na maioria dos alimentos.

A sua carência condiciona a produção das selénio-proteínas com prejuízo das suas funções; existem estudos plausíveis que indiciam a sua protecção contra cancro e doenças degenerativas. [WCRF/AICR., 2007]

O seu excesso pode ser causa de lesões cutâneas, queda de cabelo e unhas, alterações neurológicas (entorpecimento, convulsões e paralisia a partir dos 900 µg/dia).

As fontes alimentares que mais o contém são oleaginosas (muito rica a castanha do Pará no Brasil), peixes como o salmão e mariscos como as ostras, vísceras (rins e fígado), carnes, cereais (especialmente o trigo), gérmen de trigo, gema de ovo, lacticínios, verduras, cogumelos, maracujá... Nos vegetais o seu teor varia de acordo com o tipo de solo onde crescem. Os solos Europeus são relativamente pobres em selénio quando comparados com os do Estados Unidos da América, Canadá e China.

A ingestão de suplementos de selénio não aumenta os seus níveis plasmáticos ou o das proteínas a ele associado. É usado no tratamento da intoxicação por metais pesados [[http://www.eufic.org/article/pt/page/FARCHIVE/artid/O Selenio-na-Dieta/](http://www.eufic.org/article/pt/page/FARCHIVE/artid/O+Selenio-na-Dieta/)].

No tomate são muitos os factores que influenciam o teor em minerais e elementos-traço, tais como a variedade, o modo de cultivo, a zona geográfica de cultivo, a época do ano e estágio de maturação. Todos estes factores se interligam tornando difícil tirar conclusões. Os teores em minerais parecem depender mais do modo de cultura enquanto os elementos-traço parecem depender mais da variedade. A contribuição para a ingestão de minerais e elementos-traço é, no tomate baixa, excepto para o potássio, o magnésio e o selénio [Hernández, *et al.*, 2005; Suárez, *et al.*, 2007].

## O TOMATE

O tomate é o fruto da planta SOLANUM LYCOPERSICUM (ou LYCOPERSICUM ESCULENTUM) assim designada na Tabela de Composição dos Alimentos Portugueses [Martins *et al.*, 2006].

Originário da América Central, onde crescia espontaneamente com o tamanho de pequenos berlindes, tinha lá o nome de “tomatl ou tumati “ [Teubner, 2006], sendo uma das raríssimas palavras indígenas (Astecas) que atravessaram os oceanos e os séculos quase intacta: tomate em português, francês, espanhol e alemão; “tomato” em inglês

Foi trazido para a Europa no século XVI pelos colonos espanhóis [Harwich, 2000], quando no seu local de origem, já faziam a sua cultura anual há 2000 anos.

Chegado à Europa, foi primeiro objecto de alguma desconfiança por pertencer à família das SOLANÁCEAS (*solanaceae*) [Teubner, 2006] das quais, as cerca de 1720 espécies existentes têm quase todas efeitos tóxicos devido ao seu conteúdo em substâncias glicoalcalóides [Teubner, 2006], umas mais do que outras. São as solaninas, fórmula química  $C_{45}H_{73}NO_{15}$ , com toxicidade, quando em doses elevadas, para o sistema nervoso central (acção alucinogénea) e para o sistema digestivo. Por outro lado, há também referência à sua capacidade de baixar o colesterol plasmático, por formação de complexos tomatina – colesterol, insolúveis, formados no tubo digestivo e eliminados nas fezes. [Kozukue & Friedman, 2003].

São também exemplos desta família, a batata, o pimento, a beringela, a beladona, o tabaco, e a figueira-do-inferno [Teubner, 2006].

Só no século XIX o tomate é amplamente consumido na Europa [Tyssandier *et al.*, 2004] sendo actualmente um dos frutos mais consumidos no mundo ocidental e uma das culturas hortícolas mais cultivadas no mundo.

Em Inglaterra foi primeiro usado com função decorativa. Mas, outros encontraram-lhe grandes virtudes: os franceses chamaram-lhe maçã do amor (pomme d’amour) [Teubner, 2006] e os austríacos “paradeiser” [Gerber, 2002] por lhe atribuírem qualidades afrodisíacas; os italianos chamaram-lhe maçã de ouro (pomo d’or) pela cor amarela dos primeiros tomates chegados à Europa. Nome que também se mantém até hoje: pomodoro.

Sensível ao gelo, a preferir climas com sol e calor (zonas temperadas e quentes do planeta) [Círculo de Leitores, 2006], implantou-se primeiro nos países mediterrânicos e da África do Norte. Pelos colonos foi levado para a Índia e para o resto de África. À Europa do Norte e outras regiões com climas menos quentes, só chegou mais tarde [Viroux, 2001] após terem sido criadas variedades que se adaptaram melhor a essas condições climáticas.

Actualmente os principais produtores de tomate são os Estados Unidos, a Itália, a Rússia, a Espanha, a Turquia e a China.

Em Portugal é também uma cultura importante com cerca de 17.000ha de área cultivada ao ar livre e cerca de 250 ha de área cultivada em estufa.

As principais Regiões do País produtoras de tomate são: Entre-Douro e Minho com duas áreas de produção respectivamente em Póvoa de Varzim e em Braga; Ribatejo Oeste e Baixo Alentejo; Lourinhã e Torres Vedras; e Algarve, na zona de Silves e na faixa entre Faro e Castro Marim. A produção do tomate para a indústria concentra-se no Ribatejo e no Baixo Alentejo. Apesar da produção ser elevada, o País ainda não é auto-suficiente neste produto, tendo de recorrer à importação principalmente nos meses de Agosto e Setembro.

Existem centenas de variedades deste fruto agridoce, mais doces uns do que outros (a variedade RAFF, esverdeada, de aparecimento recente, chega a ser enjoativa de tão doce), sendo cultivado todo o ano e em todo o mundo. Já maduros, há-os amarelos (tomate caqui), amarelos semelhantes a azeitonas (coeur de Pigeon), amarelos com polpa cor-de-rosa lembrando a toranja (pink grapefruit), vermelhos, brancos-creme (Yvory egg), verdes, marmoreados, pretos (black from Tulu) da Oceânia e, roxos (estes criados recentemente em laboratório, por cientistas britânicos incorporando genes da planta boca-de-dragão, conhecida por ser rica em antocianina, pigmento flavonoide, poderoso anti-oxidante do grupo dos polifenóis [Círculo de Leitores, 2006]).

Apresenta tamanhos e formatos variados: pequenos semelhantes a cerejas até mais de 1Kg; redondos, ovais, tipo pêra, a esboçar gomos...

A planta que dá este fruto, o tomateiro, pode ser rasteira ou ser mais ou menos alta, até quatro metros de altura, a chamada árvore-tomate “De Berao”. Tem folhas recortadas, muito aromáticas (cujo aroma afasta os insectos), sendo toda coberta por

pequenos pêlos. Floresce abundantemente em pequenas flores amarelas, podendo dar frutos todo o ano nos climas mais quentes, como acontece nas Canárias, ou só no Verão, nos climas temperados, como acontece em Portugal [Círculo de Leitores, 2006].

As variedades mais encontradas, provenientes da agricultura nacional e, sob as designações populares (coincidentes dum modo geral com as designações comerciais), são [Codex Alimentarius, 2008]:

- Tomate redondo liso ou com a superfície aos “gomos” sendo este ultimo pela sua morfologia, apelidado de tomate rosa em algumas regiões (muito usado para consumo em cru);
- Tomate chucha ou Roma, usado sobretudo na industria, no fabrico de calda e de conservas de tomate pelado;
- Tomate coração de boi, em forma de coração, muito carnudo e saboroso;
- Tomate-cacho, que cresce em cachos com os frutos todos do mesmo tamanho e que tem a característica de se conservar à temperatura ambiente durante largos períodos de tempo (cerca de 1 ano );
- Tomate-cereja ou “cherry” , apreciado na culinária moderna;
- Tomate-capucho, também chamado “Physalys”, de cerca de 1 cm de diâmetro, envolto num invólucro semelhante a um capucho, adocicado, para consumo directo, sobremesas e afins, provavelmente o menos conhecido mas que já se vai vendo nos nossos jardins, hortas e espaços comerciais.

Outras designações para as variedades de tomate aparecem na literatura, a nível global, tais como Rapsodie, Ferrari, Chaser, Jamaica, Princesa, Sodoma, Favorita, Conchita, Perestroica, Abraham Lincoln...

O seu processo de amadurecimento continua mesmo depois de colhido.

Polivalente, este fruto-legume, é “um topa a tudo” na alimentação: pode ser consumido cru, em sumo, em doces, “ketchup”, molhos, sopas e em variadíssimas preparações culinárias onde faz dominar o seu sabor.

O consumo regular de tomate tem sido associado à diminuição de risco de doenças degenerativas e neoplásicas [Frusciante, *et al*, 2007]. Estudos epidemiológicos tendem a confirmar que os seus efeitos benéficos para a saúde se devem à presença de

diferentes moléculas anti-oxidantes, particularmente licopeno, beta-caroteno, vitaminas C e E, selénio, luteína e polifenóis, principalmente flavenóides.

A interacção sinérgica destes diferentes anti-oxidantes podem contribuir para o benefício final do tomate, como “alimento-remédio”.

Hipocalórico (15 a 23 calorias/100g) pobre em gordura (cerca de 1g) com 0 g de colesterol, 1 g de proteínas e 6 g de hidratos de carbono, rico em água (93,5 g/100 g) e 1,2 g /100 g de fibras (pele e sementes - pectinas, hemicelulose e celulose) é uma fonte excelente de vitamina C (20 mg/100g), vitamina E (1 mg/100g), potássio (200 mg/100g), xantofilas (criptoxantina) e carotenos (500 microgramas /100g), flavonóides (antocianinas), ácidos fenólicos (ácidos cafeico e gálico, respectivamente cerca de 20 e 200 mg/100 g) [Feinberg *et al.*, 1995; FSA, 2002; Souci *et al.*, 2008] e ácidos orgânicos (1 a 3 g/100g), principalmente ácido cítrico; o seu pH é de 4,5.

Tem ainda em quantidades assinaláveis vitaminas do grupo B, inclusive ácido fólico, sódio, ferro, zinco, selénio, cobre, magnésio, manganésio, cálcio, fósforo, ácidos salicílico e oxálico e, 16 aminoácidos. Os glicoalcalóides presentes (as solaninas) são a alfa-tomatina e a dehidrotomatina, muito mais abundantes no estágio verde e nas partes verdes da planta, cerca de 43 vezes mais, enquanto no estágio maduro são quase residuais.

Durante o processo de maturação aumenta a concentração de carotenoides e diminui a concentração de vitamina C [Martins *et al.*, 2007].

As concentrações dos seus constituintes varia ainda, consoante a variedade, modo e zona geográfica de cultura, condições climáticas, estágio de maturação quando da colheita, tempo e modo de conservação e, dos processamentos a que for sujeito.

Dos carotenóides, salienta-se o licopeno  $C_{40}H_{56}$  que lhe dá a cor amarela ou vermelha, em maior percentagem na polpa do que na pele, e de que o *tomate é a maior fonte alimentar conhecida até hoje* [Schi & Le Mauer, 2000; Heber & Lu, 2002; Gerber, 2002; Diwadkar-Navsariwala, *et al.*, 2003; Xianquan *et al.*, 2005; Reboul *et al.*, 2005]. No tomate, o licopeno constitui 80% a 90% do total dos carotenóides (beta caroteno, só 2% a 10%).

Ao tomate são ainda atribuídas: acção laxante, pelas fibras, mais presentes na pele; estimulação das secreções digestivas; prevenção cardiovascular por efeito anti-

agregante no sangue, sendo considerado o alimento mais rico em anticoagulantes [Broekmans *et al.*, 2000; Heber & Lu, 2002] por componente presente nas suas sementes [Gerber, 2002] e por diminuir a peroxidação das LDL [Giovannucci, 1999; Nguyen & Schwartz, 1999; Rao & Agawal, 2000; Rajaram, 2003; Kris-Etherton *et al.*, 2004; Wiktorska *et al.*, 2005; Hsiao *et al.*, 2005; Bautista & Engler, 2005; Engelhard *et al.*, 2006], diminuição do ritmo de envelhecimento e aumento da imunidade, entre outras.

Ainda a necessitar de maior investigação, um estudo já antigo tende a apontar para a sua acção na prevenção das doenças neurodegenerativas [Ames *et al.*, 1993].

Tem a característica de não diminuir no plasma dos fumadores [Ganji & Kafai, 2005], característica essa que contribui para a prevenção do enfisema do fumador [Liu *et al.*, 2006] e de aumentar a sua biodisponibilidade de 100% a 600% quando sujeito ao calor durante os processos culinários e industriais, que originam fractura da membrana celular com passagem da forma *trans* para a forma *cis*, predominante no organismo humano e melhor absorvida no intestino [Schi & Le Maguer, 2000; Boileau *et al.*, 2003; Xianquan, *et al.*, 2005; Reboul *et al.*, 2005]. É o carotenóide que mais se encontra no plasma [Weisburger, 1998].

Se ingerido com lípidos aumenta a sua absorção [Unlu *et al.*, 2005]. Está incluído no grupo dos 10 alimentos com maior acção preventiva [Gerber, 2002; Canene-Adams *et al.*, 2005].

É alimento emblemático da dieta mediterrânica [Pospisil, 2002; Lapointe *et al.*, 2005; Artemis, 2001; Trichopoulou *et al.*, 2000], iniciada quando do aparecimento do azeite na Palestina e na Síria, no 3º milénio, considerada uma das dietas mais saudáveis.

É dos alimentos mais investigados, pela sua riqueza em nutrientes sendo a principal fonte de licopeno na dieta humana [Blum *et al.*, 2005]. É interessante salientar que alguns trabalhos mais recentes indicam que a ingestão de licopeno no tomate é mais eficiente na prevenção de certos tipos de cancro do que a administração do licopeno purificado através de cápsulas [Boileau, *et al.*, 2003].

Foi o primeiro vegetal a ser submetido a alterações transgénicas, afim de lhe aumentar o tempo de conservação (tomate “Long-Life”) [Skulachev & Longo, 2005].

## CONTRIBUTOS DA INVESTIGAÇÃO

## 1 MATERIAL E MÉTODOS

### Reagentes e Gases

As soluções padrão de cálcio, zinco, magnésio e selénio, bem como o cloreto de lantânio, foram adquiridas à BDH Chemicals (Poole, Reino Unido). O ácido clorídrico utilizado na solubilização das cinzas, bem como o ácido sulfúrico, o molibdato de amónio, o sulfato ferroso e o di-hidrogenofosfato de potássio, usados na determinação do fósforo, foram comprados à Merck (Darmstad, Alemanha), o mesmo acontecendo com os cloretos de sódio e de potássio utilizados como padrões para a determinação de sódio e potássio, respectivamente, ou a trietilamina, usada na composição da fase móvel para HPLC, ou, ainda, o n-hexano, o etanol e a acetona utilizados no processo extractivo de licopeno do tomate. Já o licopeno, usado como padrão, foi adquirido à Sigma-Aldrich (Steinheim, Alemanha), enquanto o acetoneitrilo e o metanol e o diclorometano foram adquiridos à Carlo-Erba (Milão, Itália).

A água que foi utilizada, quer na preparação de reagentes, quer na diluição das amostras quando tal se tornou necessário, era de qualidade ultra pura e foi obtida através de um sistema Milli-Q da Millipore (Bedford, MA, EUA).

Os gases usados na espectrofotometria de absorção atómica e na fotometria de chama foram fornecidos pela Sogafer (Coimbra, Portugal), excepto o ar que foi obtido através de um compressor simples.

### Equipamento e Material

A determinação de licopeno foi efectuada num sistema cromatográfico Gilson (Villiers le Bell, França) consistiu numa bomba modelo 321 e um Detector UV-VIS  $\lambda=450$  nm, modelo 155. Foi, ainda, utilizado uma coluna Hichrom 5 C18 25cm $\times$ 4.6mm id (Reagente 5, Porto, Portugal) e uma pré-coluna C18 Nucleosil (Palo Alto, Califórnia, EUA), bem como um injector Rheodyne (Bensheim, Alemanha) com um *loop* de injeção de 100  $\mu$ l. O sistema cromatográfico foi controlado por um computador LG (Coimbra, Portugal) equipado com software Gilson UniPoint System que, também, permitiu a aquisição e tratamento de dados. Foram também utilizados um agitador KLS

Edmund Buehler (Tuebingen, Alemanha), um homogeneizador doméstico BV-401C da Fagor (Mondragon, Espanha), uma balança Mettler Toledo AG285 (Greifensee, Suíça), uma arca congeladora Ariston (Coimbra, Portugal), um concentrador de amostras com corrente de azoto (Reagente 5, Portugal) e filtros 0,45µm da Millipore (Dublin, Irlanda).

Para a determinação de minerais foi ainda usado um banho de areia (Königswinter, Alemanha), uma mufla Gallenkamp (Loughborough, Reino Unido), um espectrofotómetro de absorção atómica Perkin Elmer modelo Analyst 200 e lâmpadas de Deutério, Ca, Mg, Se e Zn adquiridos à ILC (Lisboa, Portugal), um fotómetro de chama Jenway PFP7 (Dunmow, Reino Unido) e um espectrofotómetro de UV-VIS Hitachi U2000 (Lisboa, Portugal)

### **Amostragem e conservação das amostras**

Em 3 de Agosto de 2007, foram colhidas amostras da mesma planta, em diferentes estadios de maturação (verde, meio maduro e maduro) e para cada uma das três variedades de tomate (cereja, redondo e chucha), escolhidas de forma a ter peso e dimensão similar em:

- Arazede, Montemor-o-Velho, Coimbra, Beira Litoral (exploração agrícola Valmarques);
- Golegã, Ribatejo;
- Torres Novas, Ribatejo.

Na mesma data foram adquiridas na Makro de Lisboa amostras de tomate cereja, provenientes da Póvoa de Varzim, também nos três estadios de maturação.

Mantiveram-se todos os exemplares à temperatura ambiente e à sombra durante períodos de 0, 4, 8, 11, 15, 18, 22 e 30 dias, períodos esses em que foi interrompido o processo de maturação fora da planta e se procedeu ao congelamento das amostras, conforme se esquematiza na tabela 2.

**Tabela 2** – Esquema da amostragem de tomate durante o processo de maturação fora da planta

Variedade de tomate	Maturação	Dia 0	Dia 4	Dia 8	Dia 11	Dia 15	Dia 18	Dia 22	Dia 30
Cereja	maduro	Cr0	-	-	-	-	-	-	-
	Semi-maduro	Cs0	Cs4	Cs8	-	Cs15	-	-	-
	verde	Cu0	Cu4	Cu8	-	Cu15	-	-	-
Chucha (Elongated)	maduro	Er0	Er4	Er8	Er11	-	-	-	-
	Semi-maduro	Es0	Es4	Es8	Es11	-	-	-	-
	verde	Eu0	Eu4	Eu8	Eu11	Eu15	Eu18	-	-
Redondo	maduro	Rr0	Rr4	Rr8	-	-	-	-	-
	Semi-maduro	Rs0	Rs4	Rs8	Rs11	Rs15	-	-	-
	verde	Ru0	Ru4	Ru8	Ru11	Ru15	Ru18	Ru22	Ru30

**Legenda:** Cr = maduro; Cs = meio maduro; Cu = verde  
 Crn, Csn e Cun em que n corresponde ao número de dias de amadurecimento pós-colheita  
 Er = maduro; Es = meio maduro; Eu = verde  
 Ern, Esn e Eun em que n corresponde ao número de dias de amadurecimento pós-colheita  
 Rr = maduro; Rs = meio maduro; Ru = verde  
 Rrn , Rsn e Run em que n corresponde ao número de dias de amadurecimento pós-colheita

Em 24 de Setembro de 2007 foram colhidos mais tomates para 10 amostras:

- Oito amostras em Araçaze, das três variedades e nos três estádios;
- Duas amostras de tomate biológico redondo em Torres Novas.

Todas estas dez amostras foram analisadas em estado fresco sendo que uma das amostras de tomate biológico foi colhida em verde e exposta 12 dias à luz solar, antes de analisada.

Caracterização das 65 amostras:

1. Quanto à variedade;

**Tabela 3** – Caracterização das amostras de tomate analisadas

Variedade do tomate	Peso (g)	Dimensões (mm)	Estádio de maturação	Número de amostras	
Cereja	12 – 18	Ø 20 – 30	Maduro	4	Total: 15
			Meio-maduro	6	
			Verde	5	
Chucha	90 – 120	Comprimento 80 – 100 Largura 30 – 50	Maduro	7	Total: 23
			Meio-maduro	7	
			Verde	9	
Redondo	180 – 220	Ø 75 – 100	Maduro	7	Total: 27
			Meio-maduro	8	
			Verde	12	

2. Quanto à origem geográfica de cultivo;

**Tabela 4** – Origem geográfica das amostras de tomate analisadas

Arazede	48
Torres Novas	8
Golegã	6
Póvoa de Varzim	3

3. Quanto ao modo de produção;

**Tabela 5** – Tipo de produção das amostras analisadas

Biológico	9
Industrial	56

### **Preparação das amostras**

Em fresco, logo após a colheita ou após congelamento que se seguiu aos períodos de maturação pós-colheita fora da planta (à sombra e à temperatura ambiente), os tomates foram cortados em pedaços e homogeneizados (inclusive pele e sementes).

### **Métodos para determinação do teor dos minerais**

Uma alíquota de  $10,0 \pm 1,0$ g do homogeneizado foi pesada num cadinho e seguidamente colocada no banho de areia até à carbonização completa da amostra. Depois de carbonizadas, as amostras foram colocadas na mufla a  $550 \pm 10^\circ\text{C}$  durante 24 horas, até completa incineração [AOAC, 1990; Hernández *et al.*, 2005; Suárez *et al.*, 2007].

As cinzas foram recuperadas em ácido clorídrico (1+3) por fervura, e transferidas por filtração para um balão volumétrico de 50,0 ml, cujo volume foi ajustado com água ultra pura. Todas as amostras foram analisadas em triplicado.

Os minerais, Ca, Mg, Se e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica com chama de ar-acetileno e lâmpada de deutério para correcção do ruído de fundo [AOAC, 1990; Hernández *et al.*, 2005; Suárez *et al.*, 2007]. No entanto, algumas condições específicas foram utilizadas nos casos do selénio, do cálcio e do magnésio, a saber: a determinação de selénio foi efectuada pelo método de adição de padrão; nas determinações de cálcio e magnésio foi adicionada uma solução a 0,5% de cloreto de lantânio.

As determinações de sódio e de potássio foram realizadas por fotometria de chama com chama de propano-ar, após diluição adequada em água ultra pura da solução de cinzas [AOAC, 1990; Hernández *et al.*, 2005; Suárez *et al.*, 2007].

Os comprimentos de onda utilizados para cada determinação, bem como a gama de concentrações padrão para as curvas de calibração respectivas, podem ser observados na tabela 6.

**Tabela 6** – Condições usadas na determinação de minerais

<i><b>Espectrofotometria de Absorção Atômica</b></i>	<b><math>\lambda</math> (nm)</b>	<b>Gama (mg/l)</b>
Cálcio	422.7	1 – 5
Magnésio	285.2	0.1 – 0.5
Zinco	213.9	0.1 – 0.8
Selénio	196.1	1 – 4
<i><b>Fotometria de chama</b></i>		
Sódio	766	10 – 50
Potássio	589	12.5 - 100

O fósforo foi determinado por colorimetria por reacção com ácido molibdico e sulfato ferroso no modo de transmitância,  $\lambda=720$  nm [AOAC, 1990; Suárez *et al.*, 2007].

### **Método para determinação do teor do licopeno**

Para um balão de cor âmbar foram pesadas tomas de  $2,5 \pm 0,5$  g de tomate. Adicionou-se a cada uma 100ml de solvente de extracção (hexano/acetona/etanol 50:25:25 v/v/v) e a mistura obtida foi agitada durante 30 minutos. Após a agitação, juntou-se 15mL de água destilada e agitou-se novamente. Deixou-se repousar e separou-se a fase orgânica. Desta retirou-se uma alíquota de 1,0 mL para tubo de ensaio e evaporou-se sob corrente azoto à temperatura de  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  até à secura.

O extracto seco foi dissolvido em fase móvel (Acetonitrilo/Diclorometano/Metanol (70:20:10)), em quantidade de acordo com o teor de licopeno espectável.

Injectou-se no sistema cromatográfico acima descrito em modo isocrático com um fluxo de 1,5 mL/min. [Lin & Chen, 2003; Barba *et al.*, 2006].

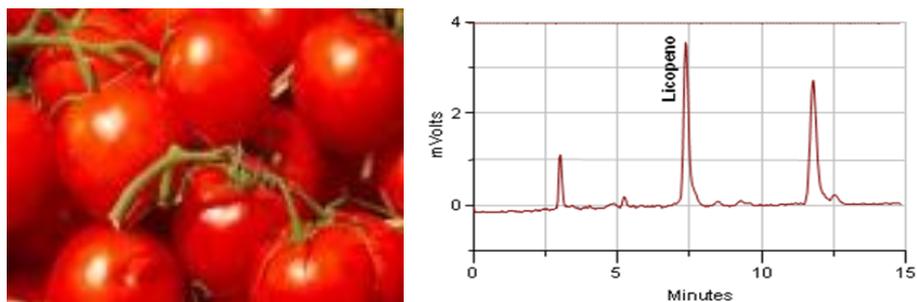
Todos os ensaios foram efectuados em triplicado.

## 2. RESULTADOS

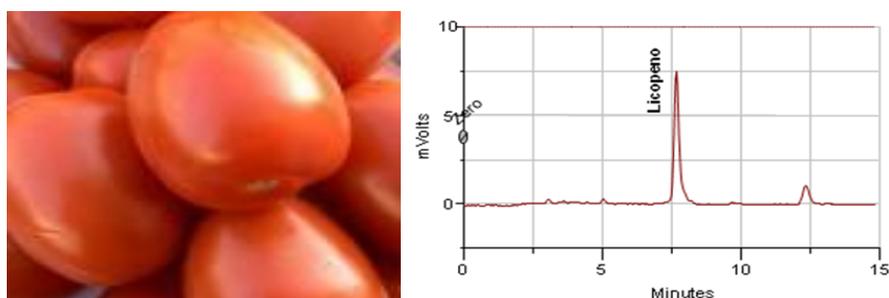
## 2-1. LICOPENO – TODAS AS AMOSTRAS

Nas figuras 1, 2 e 3, para além de uma fotografia de cada uma das variedades de tomate em estudo, encontra-se um cromatograma-tipo resultante da respectiva determinação de licopeno.

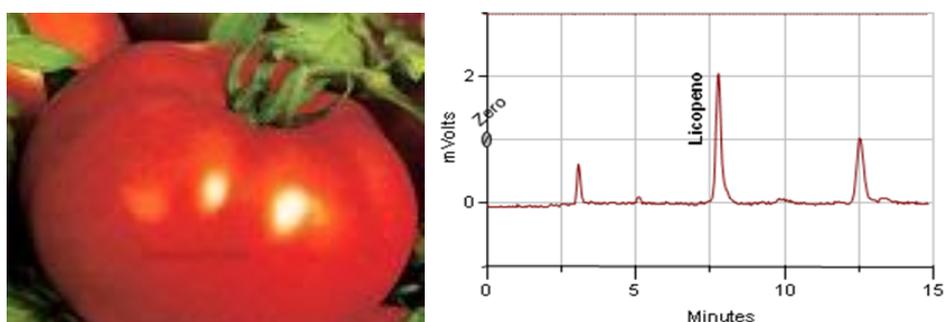
**Figura 1** – Tomate cereja e respectivo traçado cromatográfico da análise de licopeno



**Figura 2** – Tomate chucha e respectivo traçado cromatográfico da análise de licopeno



**Figura 3** – Tomate redondo e respectivo traçado cromatográfico da análise de licopeno



Na tabela 7 são apresentados os teores de licopeno (mg/100g de amostra) nas 3 variedades, nos 3 estadios e em diferentes períodos pós colheita.

**Tabela 7** – Teores de licopeno nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 2,25				Média 1,67			Média 0,83
	Indust	A 0 d 1,71	O 2 d 2,12	A F 0,60					
Cereja Meio Maduro	Bio							Média 0,73	
	Indust	A 0 d 0,48	O 2 d 0,19	A 4 d 1,88	A 8 d 0,58	A 15 d 0,24	A F 1,01		
Cereja Verde	Bio							Média 0,09	
	Indust	A 0 d 0,00	A 4 d 0,26	A 8 d 0,14	A 15 d 0,04	A F 0,02			

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 2,86	TF 0,44					Média 2,10				Média 1,38	
	Indust	A 0 d 3,13	G 2 d 3,23	A 4 d 2,61	A 8 d 0,80	A F 1,60							
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,47							Média 1,19				
	Indust	G 2 d 1,06	A 4 d 0,36	A 4 d 1,49	A 8 d 1,32	A 11 d 2,36	A 15 d 2,19	A F 0,27					
Redondo Verde	Bio	T 2 d 1,18	TF 2,78								Média 0,85		
	Indust	G 2 d 0,07	A 4 d 0,01	A 4 d 0,43	A 8 d 2,05	A 11 d 0,24	A 15 d 0,32	A 18 d 0,41	A 22 d 2,39	A 30 d 0,31			A F 0,03

Chucha Maduro	Bio	T2 d 4,54						Média 2,48				Média 1,50	
	Indust	G 2 d 2,38	A 4 d 3,75	A 4 d 1,72	A 8 d 0,80	A 11 d 1,54	A F 2,64						
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,35							Média 1,44				
	Indust	G 2 d 0,66	A 4 d 0,01	A 4 d 2,28	A 8 d 2,85	A 11 d 3,04	A F 0,88						
Chucha Verde	Bio	T 2 d 0,43							Média 0,57				
	Indust	G 2 d 0,46	A 4 d 1,49	A 8 d 0,77	A 11 d 0,28	A 15 d 0,32	A 18 d 0,64	A F 0,16					

**Legenda:** Bio = Biológico; Indust = Industrial; A = Arazede; G = Golegã; O = Póvoa de Varzim; T = Torres Novas; d = Intervalo em dias desde a colheita ao congelamento; F = Fresco; Fundo amarelo = amostra colhida verde exposta 12 dias ao sol;

Em relação ao **licopeno**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 1,23 mg/100g (mínimo 0,00 mg/100g e máximo 4,54 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade chucha. Menor teor na variedade cereja;
3. Teor total médio significativamente maior no estádio maduro, seguido pelo estado meio maduro e por fim o verde;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 2,08 mg/100g; 1,12 mg/100g e 0,50 mg/100g;
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-2. LICOPENO – MATURAÇÃO TOMATE CHUCHA

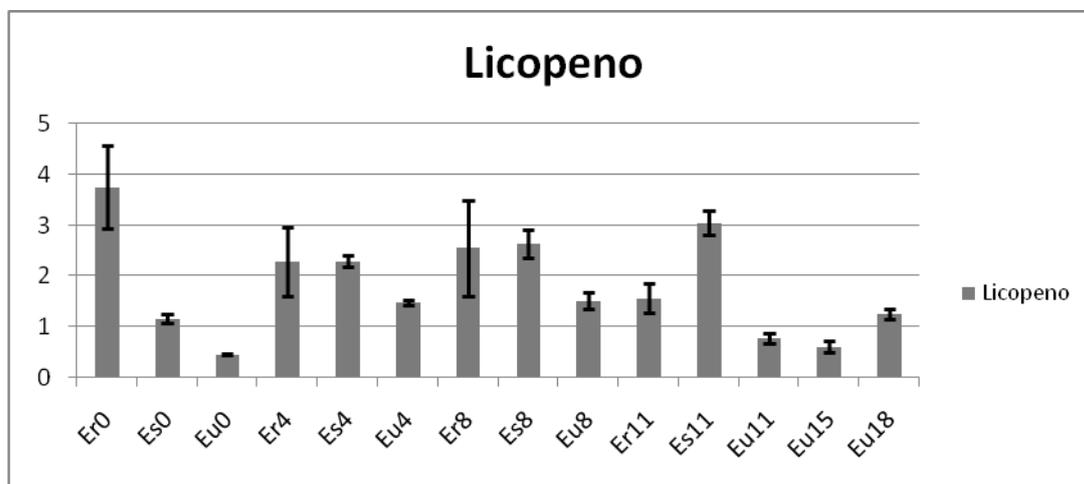
Na tabela 8 encontram-se os teores médios de licopeno, expressos em mg/100g de amostra, obtidos durante o processo de maturação do tomate chucha fora da planta. Os teores de licopeno constantes da tabela correspondem à média de três determinações (n=3), podendo ser aí também observado o respectivo desvio-padrão (DesvP). O gráfico de barras da figura 4 resulta do tratamento dos dados da tabela 8.

**Tabela 8** – Teores de licopeno das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita

	Licopeno	DesvP
Er0	3,750995847	0,809267896
Es0	1,166779909	0,084396149
Eu0	0,460945725	0,013589441
Er4	2,292703982	0,679032895
Es4	2,283121841	0,112844956
Eu4	1,486331475	0,055155448
Er8	2,556396056	0,942485644
Es8	2,63114262	0,285078772
Eu8	1,511272312	0,167
Er11	1,569997755	0,2931
Es11	3,044334028	0,246424729
Eu11	0,778545822	0,098
Eu15	0,614684766	0,112
Eu18	1,244109707	0,1021

**Nota:** ver legenda da tabela 2

**Figura 4** – Teores de licopeno das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita



**Nota:** ver legenda da tabela 2

## 2-3. LICOPENO – MATURAÇÃO TOMATE CEREJA

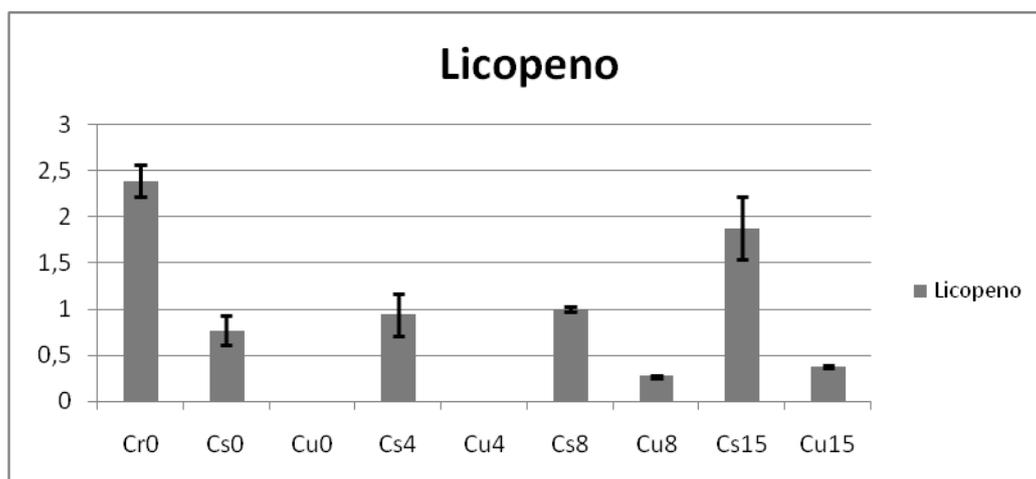
Na tabela 9 encontram-se os teores médios de licopeno, expressos em mg/100g de amostra, obtidos durante o processo de maturação do tomate cereja após a colheita. Os teores de licopeno constantes da tabela correspondem à média de três determinações (n=3), podendo ser aí também observado o respectivo desvio-padrão (DesvP). O gráfico de barras da figura 5 resulta do tratamento dos dados da tabela 9.

**Tabela 9** – Teores de licopeno das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita

	Licopeno	DesvP
Cr0	2,39193172	0,169007908
Cs0	0,7697188	0,156736562
Cu0	0,00010689	6,26E-06
Cs4	0,93796756	0,233
Cu4	0,0004267	9,26154E-06
Cs8	1,0067365	0,027862022
Cu8	0,27100718	0,012
Cs15	1,88147747	0,333995588
Cu15	0,37600971	0,019780253

**Nota:** ver legenda da tabela 2

**Figura 5** – Teores de licopeno das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita



**Nota:** ver legenda da tabela 2

## 2-4. LICOPENO – MATURAÇÃO TOMATE REDONDO

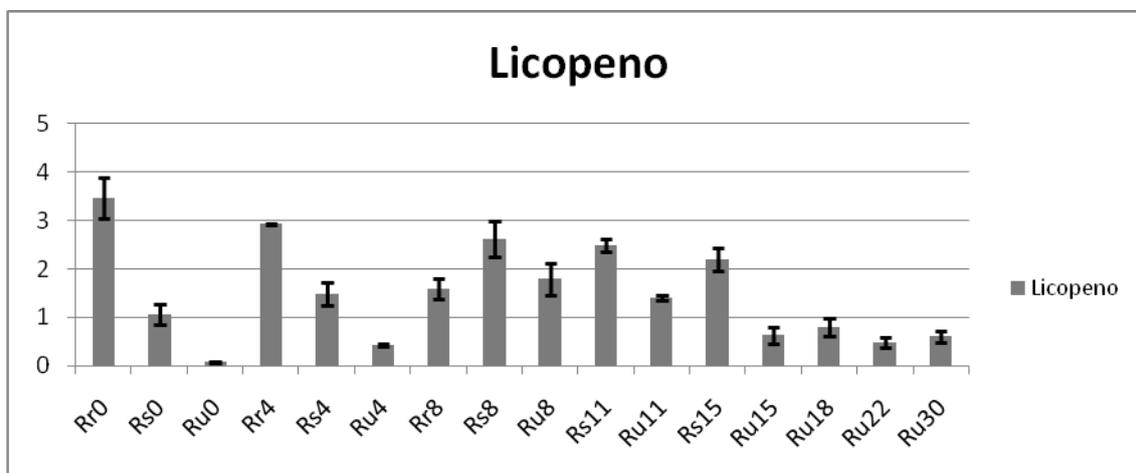
Na tabela 10 encontram-se os teores médios de licopeno, expressos em mg/100g de amostra, obtidos durante o processo de maturação do tomate cereja após a colheita. Os teores de licopeno constantes da tabela correspondem à média de três determinações (n=3), podendo ser aí também observado o respectivo desvio-padrão (DesvP). O gráfico de barras da figura 6 resulta do tratamento dos dados da tabela 10.

**Tabela 10** – Teores de licopeno das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita

	Licopeno	DesvP
Rr0	3,465722695	0,415226984
Rs0	1,055384723	0,213
Ru0	0,071649231	0,007533966
Rr4	2,928792649	0,015154712
Rs4	1,490955022	0,239153298
Ru4	0,428606853	0,021147847
Rr8	1,587476272	0,2041
Rs8	2,621060586	0,3703
Ru8	1,788060082	0,319
Rs11	2,486985606	0,126189846
Ru11	1,410411621	0,059197288
Rs15	2,192745729	0,234853244
Ru15	0,631204345	0,175
Ru18	0,789425803	0,1872
Ru22	0,478247367	0,11
Ru30	0,599396451	0,1217

**Nota:** ver legenda da tabela 2

**Figura 6** – Teores de licopeno das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita



**Nota:** ver legenda da tabela 2

## 2-5. MAGNÉSIO, TODAS AS AMOSTRAS

Nas tabelas 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 são apresentados, respectivamente, os teores de magnésio, cálcio, selênio, zinco, potássio, sódio e fósforo (mg/100g de amostra) nas 3 variedades, nos 3 estádios e em diferentes períodos pós colheita. A seguir a cada uma das tabelas apresenta-se um breve resumo dos resultados obtidos referente aos teores do mineral em causa.

**Tabela 11** – Teores de magnésio nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 14,25				Média 15,45		Média 15,41	
	Indust	A 0 d 16,59	O 2 d 13,34	A F 17,31					
Cereja Meio Maduro	Bio								Média 15,77
	Indust	A 0 d 13,16	O 2 d 15,45	A 4 d 15,73	A 8 d 15,02	A 15 d 17,46	A F 17,44		
Cereja Verde	Bio								Média 15,02
	Indust	A 0 d 8,76	A 4 d 13,29	A 8 d 19,23	A 15 d 18,57	A F 15,74			

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 16,57	TF 11,28					Média 12,12				
	Indust	A 0 d 12,01	O 2 d 12,70	A 4 d 12,50	A 8 d 8,58	A F 11,19						
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 13,27							Média 11,63			
	Indust	A 0 d 10,48	G 2 d 12,05	A 4 d 10,39	A 8 d 13,18	A 11 d 11,21	A 15 d 11,52	A F 10,93				
Redondo Verde	Bio	T 2 d 9,65	TF 16,49									Média 12,70
	Indust	G 2 d 13,54	A 4 d 11,72	A 4 d 9,93	A 8 d 15,45	A 11 d 9,44	A 15 d 14,29	A 18 d 13,27	A 22 d 17,65	A 30 d 12,63	A F 12,14	

Chucha Maduro	Bio	T 2 d 15,28						Média 13,30				
	Indust	G 2 d 17,33	A 4 d 11,72	A 4 d 10,05	A 8 d 10,73	A 11 d 13,91	A F 14,08					
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 10,57							Média 12,81			
	Indust	G 2 d 13,96	A 4 d 11,48	A 4 d 13,18	A 8 d 14,26	A 11 d 13,28	A F 13,21					
Chucha Verde	Bio	T 2 d 9,17									Média 13,20	
	Indust	G 2 d 14,45	A 4 d 11,30	A 4 d 9,92	A 8 d 12,09	A 11 d 13,24	A 15 d 15,00	A 18 d 16,94	A F 16,70			

**Nota:** ver legenda da tabela 7

Em relação ao **magnésio**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 13,55 mg/100g (mínimo 8,76 mg/100g e máximo 19,23 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade cereja. Menor teor na variedade redondo;
3. Teor total médio não dependente do estágio de maturação quando da colheita;
4. No conjunto das três variedades o teor é similar nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 13,62 mg/100g, 13,40 mg/100g e 13,64 mg/100g;
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-6. CÁLCIO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 12 – Teores de cálcio nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 25,05				Média 20,77		Média 21,38
	Indust	A 0 d 26,65	O 2 d 20,21	A F 11,15				
Cereja Meio Maduro	Bio							
	Indust	A 0 d 17,97	O 2 d 22,41	A 4 d 27,68	A 8 d 21,18	A 15 d 17,95	A F 14,78	
Cereja Verde	Bio							Média 23,03
	Indust	A 0 d 28,50	A 4 d 26,60	A 8 d 24,06	A 15 d 18,73	A F 17,20		

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 26,29	TF 11,96				Média 20,51					Média 21,88
	Indust	A 0 d 19,81	G 2 d 18,99	A 4 d 18,16	A 8 d 22,61	A F 15,76						
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 28,58							Média 23,98			
	Indust	A 0 d 21,56	G 2 d 22,36	A 4 d 21,95	A 8 d 29,18	A 11 d 31,68	A 15 d 24,16	A F 12,38				
Redondo Verde	Bio	T 2 d 43,38	TF 14,23									Média 21,16
	Indust	G 2 d 18,43	A 4 d 20,20	A 4 d 27,41	A 8 d 23,58	A 11 d 22,81	A 15 d 20,64	A 18 d 15,32	A 22 d 19,48	A 30 d 14,44	A F 13,95	

Chucha Maduro	Bio	T2 d 16,81						Média 18,77			Média 19,79
	Indust	G 2 d 18,25	A 4 d 16,97	A 4 d 17,43	A 8 d 21,79	A 11 d 25,32	A F 14,84				
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 26,93							Média 20,76		
	Indust	G 2 d 22,82	A 4 d 21,58	A 4 d 17,47	A 8 d 21,24	A 11 d 18,60	A F 16,67				
Chucha Verde	Bio	T 2 d 23,18							Média 19,83		
	Indust	G 2 d 23,80	A 4 d 30,22	A 4 d 17,39	A 8 d 23,31	A 11 d 14,14	A 15 d 15,65	A 18 d 18,76			

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **cálcio** os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 21,02 mg/100g (mínimo 11,15 mg/100g e máximo 43,38 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade redondo. Menor teor na variedade chucha;
3. Teor total médio não dependente do estádio de maturação quando da colheita;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 20,02 mg/100g, 21,69 mg/100g e 21,34 mg/100g;
5. Menor teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-7. SELÊNIO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 13 – Teores de selênio nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 0,055				Média 0,214		Média 0,368	
	Indust	A 0 d 0,353	O 2 d 0,204	A F 0,245					
Cereja Meio Maduro	Bio								Média 0,360
	Indust	A 0 d 0,269	O 2 d 0,061	A 4 d 0,571	A 8 d 0,410	A 15 d 0,294	A F 0,559		
Cereja Verde	Bio								Média 0,531
	Indust	A 0 d 0,433	A 4 d 0,533	A 8 d 0,576	A 15 d 0,664	A F 0,451			

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 0,244	TF 0,642					Média 0,395				Média 0,431	
	Indust	A 0 d 0,254	G 2 d 0,051	A 4 d 0,499	A 8 d 0,674	A F 0,398							
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,213							Média 0,440				
	Indust	A 0 d 0,285	G 2 d 0,165	A 4 d 0,551	A 8 d 0,573	A 11 d 0,757	A 15 d 0,545	A F 0,428					
Redondo Verde	Bio	T 2 d 0,132	TF 0,738										Média 0,457
	Indust	G 2 d 0,090	A 4 d 0,217	A 4 d 0,601	A 8 d 0,677	A 11 d 0,959	A 15 d 0,425	A 18 d 0,497	A 22 d 0,468	A 30 d 0,540	A F 0,421		

Chucha Maduro	Bio	T2 d 0,076						Média 0,391				Média 0,435	
	Indust	G 2 d 0,003	A 4 d 0,415	A 4 d 0,621	A 8 d 0,735	A 11 d 0,739	A F 0,649						
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,175							Média 0,483				
	Indust	G 2 d 0,100	A 4 d 0,217	A 4 d 0,657	A 8 d 0,717	A 11 d 0,928	A F 0,585						
Chucha Verde	Bio	T 2 d 0,090									Média 0,432		
	Indust	G 2 d 0,027	A 4 d 0,229	A 4 d 0,607	A 8 d 0,889	A 11 d 0,500	A 15 d 0,483	A 18 d 0,494	A F 0,569				

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **selênio**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 0,419 mg/100g (mínimo 0,003 mg/100g e máximo 0,959 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade chucha. Menor teor na variedade cereja;
3. Teor total médio maior no estádio verde e menor no estádio maduro;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 0,333 mg/100g, 0,428 mg/100g e 0,473 mg/100g;
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-8. ZINCO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 14 – Teores de zinco nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 0,23				Média 0,23			Média 0,23
	Indust	A 0 d 0,26	O 2 d 0,22	A F 0,20					
Cereja Meio Maduro	Bio							Média 0,25	
	Indust	A 0 d 0,21	O 2 d 0,32	A 4 d 0,27	A 8 d 0,24	A 15 d 0,24	A F 0,21		
Cereja Verde	Bio							Média 0,22	
	Indust	A 0 d 0,21	A 4 d 0,24	A 8 d 0,25	A 15 d 0,24	A F 0,17			

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 0,25	T F 0,23				Média 0,25				Média 0,18
	Indust	A 0 d 0,12	G 2 d 0,23	A 4 d 0,18	A 8 d 0,41						
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,20								Média 0,17	
	Indust	A 0 d 0,11	G 2 d 0,18	A 4 d 0,13	A 8 d 0,21	A 11 d 0,17	A 15 d 0,14	A F 0,11	A F 0,13		
Redondo Verde	Bio	T 2 d 0,14	T F 0,33								Média 0,13
	Indust	G 2 d 0,18	A 4 d 0,13	A 4 d 0,13	A 8 d 0,16	A 11 d 0,17	A 15 d 0,17	A 18 d 0,11	A 22 d 0,15	A 30 d 0,12	

Chucha Maduro	Bio	T 2 d 0,29						Média 0,19	Média 0,18
	Indust	G 2 d 0,26	A 4 d 0,23	A 4 d 0,14	A 8 d 0,11	A 11 d 0,17	A F 0,13		
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 0,17						Média 0,23	
	Indust	G 2 d 0,18	A 4 d 0,13	A 4 d 0,15	A 8 d 0,45	A 11 d 0,14	A F 0,14		
Chucha Verde	Bio	T 2 d 0,16							Média 0,15
	Indust	G 2 d 0,15	A 4 d 0,11	A 4 d 0,14	A 8 d 0,24	A 11 d 0,14	A 15 d 0,17	A 18 d 0,10	

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **zinco**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 0,19 mg/100g (mínimo 0,10 mg/100g e máximo 0,45 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade cereja. Teor idêntico nas variedades redondo e chucha;
3. Teor total médio maior no estádio maduro e menor no estádio verde;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 0,22 mg/100g, 0,21 mg/100g e 0,17 mg/100g;
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-9. POTÁSSIO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 15 – Teores de potássio nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 337				Média 334		Média 294
	Indust	A 0 d 314	O 2 d 353	A F 331				
Cereja Meio Maduro	Bio						Média 329	
	Indust	A 0 d 294	O 2 d 391	A 4 d 310	A 8 d 289	A 15 d 287		
Cereja Verde	Bio					Média 220		
	Indust	A 0 d 217	A 4 d 227	A 8 d 217	A 15 d 219			

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 189	T F 246				Média 224				Média 230	
	Indust	A 0 d 247	G 2 d 251	A 4 d 210	A 8 d 189	A F 239						
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 189						Média 216				
	Indust	A 0 d 244	G 2 d 209	A 4 d 243	A 8 d 215	A 11 d 195	A 15 d 296					A F 178
Redondo Verde	Bio	T 2 d 57	T F 364									Média 249
	Indust	G 2 d 247	A 4 d 264	A 8 d 230	A 11 d 203	A 15 d 271	A 18 d 314	A 22 d 285	A 30 d 289	A F 210		

Chucha Maduro	Bio	T 2 d 183						Média 239		Média 239	
	Indust	G 2 d 258	A 4 d 219	A 4 d 255	A 8 d 221	A 11 d 285	A F 254				
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 109						Média 222			
	Indust	G 2 d 260	A 4 d 209	A 4 d 243	A 8 d 232	A 11 d 213	A F 287				
Chucha Verde	Bio	T 2 d 120							Média 256		
	Indust	G 2 d 376	A 4 d 202	A 4 d 223	A 8 d 254	A 11 d 273	A 15 d 284	A 18 d 266			A F 308

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **potássio**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 254 mg/100g (mínimo 57 mg/100g e máximo 401 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade cereja. Menor teor na variedade redondo;
3. Teor total médio maior no estádio maduro e menor no estádio verde;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 266 mg/100g, 266 mg/100g e 242 mg/100g.
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol;

## 2-10. SÓDIO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 16 – Teores de sódio nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 15,24				Média 13,80			
	Indust	A 0 d 14,31	O 2 d 14,47	A F 11,17					
Cereja Meio Maduro	Bio							Média 14,47	Média 13,79
	Indust	A 0 d 12,65	O 2 d 16,78	A 4 d 13,35	A 8 d 14,07	A 15 d 14,77	A F 15,17		
Cereja Verde	Bio					Média 13,09			
	Indust	A 0 d 11,97	A 4 d 12,35	A 8 d 13,56	A 15 d 14,48				

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 14,92	TF 14,65				Média 13,05					
	Indust	A 0 d 13,64	G 2 d 14,93	A 4 d 12,92	A 8 d 11,23	A F 9,08						
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 10,99							Média 10,93			Média 11,88
	Indust	A 0 d 9,98	G 2 d 14,87	A 4 d 9,87	A 8 d 10,18	A 11 d 10,25	A 15 d 10,78	A F 10,50				
Redondo Verde	Bio	T 2 d 6,71	TF 24,02								Média 11,66	
	Indust	G 2 d 13,83	A 4 d 8,99	A 4 d 10,07	A 8 d 10,18	A 11 d 10,78	A 15 d 10,39	A 18 d 10,71	A 22 d 10,59	A 30 d 10,48		

Chucha Maduro	Bio	T2 d 17,38						Média 14,01			
	Indust	G 2 d 18,74	A 4 d 15,14	A 4 d 12,36	A 8 d 7,26	A 11 d 13	A F 14,20				
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 13,20							Média 13,42		Média 13,04
	Indust	G 2 d 11,26	A 4 d 12,13	A 4 d 13,05	A 8 d 12,92	A 11 d 13,94	A F 17,47				
Chucha Verde	Bio	T 2 d 12,14								Média 11,68	
	Indust	G 2 d 13,55	A 4 d 10,52	A 4 d 11,06	A 8 d 9,89	A 11 d 11,08	A 15 d 13,83	A 18 d 11,34	A F 11,75		

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **sódio**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 12,90 mg/100g (mínimo 6,71 mg/100g e máximo 24,02 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade cereja. Menor teor na variedade redondo;
3. Teor total médio maior no estádio maduro e menor no estádio verde;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 13,62 mg/100g, 12,94 mg/100g e 12,14 mg/100g.
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-11. FÓSFORO, TODAS AS AMOSTRAS

Tabela 17 – Teores de fósforo nas amostras de tomate

Cereja Maduro	Bio	O 2 d 9,54				Média 11,09		Média 11,96
	Indust	A 0 d 15,13	O 2 d 7,23	A F 12,45				
Cereja Meio Maduro	Bio						Média 12,80	
	Indust	A 0 d 11,69	O 2 d 10,24	A 4 d 12,92	A 8 d 13,78	A 15 d 14,36		A F 13,78
Cereja Verde	Bio						Média 12,00	
	Indust	A 0 d 8,53	A 4 d 12,69	A 8 d 13,23	A 15 d 13,78	A F 11,79		

Redondo Maduro	Bio	T 2 d 7,75	TF 7,68				Média 8,94		Média 8,41		
	Indust	A 0 d 10,69	G 2 d 7,33	A 4 d 10,80	A 8 d 10,74	A F 7,62					
Redondo Meio Maduro	Bio	T 2 d 5,54						Média 7,93			
	Indust	A 0 d 7,37	G 2 d 5,31	A 4 d 9,51	A 8 d 10,94	A 11 d 9,37	A 15 d 8,83		A F 6,59		
Redondo Verde	Bio	T 2 d 3,79	TF 16,66								Média 8,35
	Indust	G 2 d 5,72	A 4 d 7,55	A 4 d 7,73	A 8 d 10,42	A 11 d 7,87	A 15 d 7,97	A 18 d 8,01	A 22 d 8,20	A 30 d 7,97	

Chucha maduro	Bio	T2 d 6,14						Média 8,47		Média 7,96
	Indust	G 2 d 7,69	A 4 d 9,23	A 4 d 7,32	A 8 d 8,89	A 11 d 10,41	A F 9,63			
Chucha Meio Maduro	Bio	T 2 d 4,97						Média 7,47		
	Indust	G 2 d 6,92	A 4 d 6,86	A 4 d 7,30	A 8 d 8,01	A 11 d 8,14	A F 10,08			
Chucha Verde	Bio	T 2 d 4,51						Média 7,93		
	Indust	G 2 d 7,79	A 4 d 6,88	A 4 d 6,90	A 8 d 9,80	A 11 d 8,11	A 15 d 7,72			A 18 d 7,09

Nota: ver legenda da tabela 7

Em relação ao **fósforo**, os resultados obtidos parecem indicar:

1. Teor médio de 9,44 mg/100g (mínimo 3,79 mg/100g e máximo 16,66 mg/100g) de amostra, no conjunto das três variedades e em todos os estádios da maturação quando da colheita, até ao consumo;
2. Maior teor na variedade cereja. Menor teor na variedade chucha;
3. Teor total médio maior no estádio maduro e menor no estádio meio maduro;
4. No conjunto das três variedades o teor é, nos três subgrupos: maduros, meio maduros e verdes, respectivamente 9,50 mg/100g, 9,40 mg/100g e 9,43 mg/100g;
5. Maior teor em relação à média, no tomate colhido verde e exposto 12 dias ao sol.

## 2-12. MINERAIS – MATURAÇÃO, TOMATE CHUCHA, CEREJA E REDONDO

Nas tabelas 18, 19 e 20 encontram-se os teores médios de minerais, expressos em mg/100g de amostra, obtidos durante o processo de maturação, respectivamente, dos tomates chucha, cereja e redondo, após a colheita. Os teores de minerais constantes das tabelas correspondem à média de três determinações (n=3), podendo ser aí também observado os respectivos desvios-padrão (desvp). Os gráficos de barras das figuras 7 – 15 resultam do tratamento dos dados das tabelas 18, 19 e 20, sendo que o agrupamento de minerais para o mesmo gráfico obedeceu à ordem de grandeza relativa das respectivas concentrações. Assim, as figuras 7, 10 e 13 correspondem às concentrações de potássio (teor médio de 254 mg/100g), as figuras 8, 11 e 14 dizem respeito às concentrações de zinco e de selénio (teores médios de 0,19 e de 0,419 mg/100g, respectivamente) e as figuras 9, 12 e 15 traduzem as concentrações de cálcio, magnésio, fósforo e sódio (teores médios de 21,02; 13,55; 9,44 e de 12,90 mg/100g). Em cada uma das colunas, a barra vertical respectiva que se encontra inserida no topo da coluna corresponde ao desvio-padrão respectivo.

**Tabela 18** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo, sódio, selênio, zinco e potássio das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita

	<b>Ca</b>	<b>desvp</b>	<b>Mg</b>	<b>desvp</b>	<b>P</b>	<b>desvp</b>	<b>Na</b>	<b>desvP</b>	<b>Se</b>	<b>desvp</b>	<b>Zn</b>	<b>desvp</b>	<b>K</b>	<b>desvp</b>
Er0	18,575	3,38289	13,909	1,565406	9,228	0,389898	15,14	3,183087	0,415	0,041195	0,225	0,054268	219,46	36,16441
Es0	25,324	1,97831	12,093	1,043314	6,863	0,272176	12,127	1,880435	0,217	0,089546	0,13	0,059681	209,304	24,09348
Eu0	30,224	3,490562	16,944	2,007118	6,882	0,231545	10,522	1,561899	0,229	0,05251	0,141	0,021978	201,774	9,662178
Er4	17,467	0,6707	10,047	0,278144	9,316	0,215775	12,356	1,403713	0,621	0,100301	0,143	0,00672	255,437	19,405
Es4	21,788	2,9791	13,275	1,790693	7,304	0,559442	13,051	1,138016	0,656	0,032968	0,145	0,001142	243,158	3,400278
Eu4	23,314	0,72527	15,001	1,925079	6,899	1,942986	11,056	1,33106	0,607	0,046174	0,14	0,02072	223,112	34,09893
Er8	16,965	2,042586	11,182	0,63714	9,797	0,465936	7,256	2,324456	0,734	0,070999	0,111	0,035901	221,296	11,88566
Es8	17,433	1,224817	10,733	2,14494	8,011	0,552092	12,919	0,532333	0,716	0,077362	0,251	0,058783	231,791	8,680241
Eu8	21,243	3,476374	14,264	1,830128	8,885	0,433711	9,888	0,410368	0,889	0,044645	0,237	0,01835	254,407	9,941373
Er11	17,392	1,110028	11,716	0,76774	10,406	0,334255	13	2,237705	0,739	0,083804	0,172	0,021378	285,255	4,693751
Es11	18,602	2,357929	9,921	0,653618	8,14	0,589718	13,944	1,974085	0,927	0,022885	0,145	0,051896	212,905	8,676089
Eu11	18,755	1,760699	13,239	1,597338	8,11	0,530508	13,827	1,099169	0,5	0,089098	0,166	0,02434	272,688	14,75876
Eu15	15,652	0,576383	13,175	0,852494	7,715	0,552006	11,075	0,999217	0,482	0,071417	0,106	0,029164	303,123	9,962562
Eu18	14,142	1,193943	11,301	1,158763	7,094	0,282977	11,344	0,751295	0,494	0,071882	0,103	0,007712	266,487	9,456473

**Nota:** ver legenda da tabela 2

**Tabela 19** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo, sódio, selênio, zinco e potássio das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita

	<b>Ca</b>	<b>desvp</b>	<b>Mg</b>	<b>desvp</b>	<b>P</b>	<b>desvp</b>	<b>Na</b>	<b>desvp</b>	<b>Se</b>	<b>desvp</b>	<b>Zn</b>	<b>desvp</b>	<b>K</b>	<b>desvp</b>
Cr0	21	3,26151	19	1,6304	13,13	1,730975	14,31	1,419419	0,35	0,092967	0,263	0,020423	314	14,67
Cs0	28	3,1492	15	2,01423	11,69	1,777119	12,64	1,281408	0,268	0,039952	0,208	0,023049	294	23,83
Cu0	29	3,542	20	1,999832	10,53	1,01635	12,97	1,31021	0,432	0,04291	0,207	0,0345	217	12,65
Cs4	21	3,52102	14	1,63492	12,92	1,49102	13,35	0,62612	0,57	0,1194	0,267	0,05	310	34,45
Cu4	27	3,91423	16	2,2193	12,69	1,201892	12,35	0,89293	0,532	0,095343	0,244	0,043	227	10,87
Cs8	18	2,91537	13	2,216286	13,78	1,824142	14,07	1,10173	0,41	0,0721	0,235	0,022295	289	13,12
Cu8	18	3,372143	15	1,722101	13,23	1,6919	13,56	1,14131	0,575	0,08776	0,245	0,03121	217	10,34
Cs15	18	2,91537	15	1,41023	14,36	1,10273	14,77	1,53312	0,293	0,039543	0,241	0,04761	287	20,74
Cu15	19	3,76123	14	1,383943	13,78	1,40391	14,48	1,29191	0,664	0,159132	0,235	0,02985	219	15,01

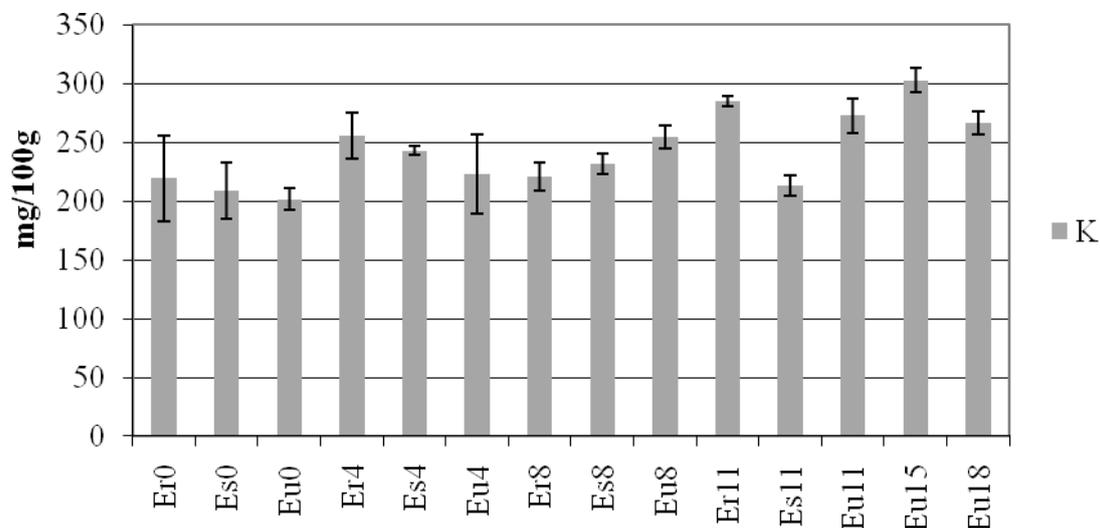
**Nota:** ver legenda da tabela 2

**Tabela 20** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo, sódio, selênio, zinco e potássio das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita

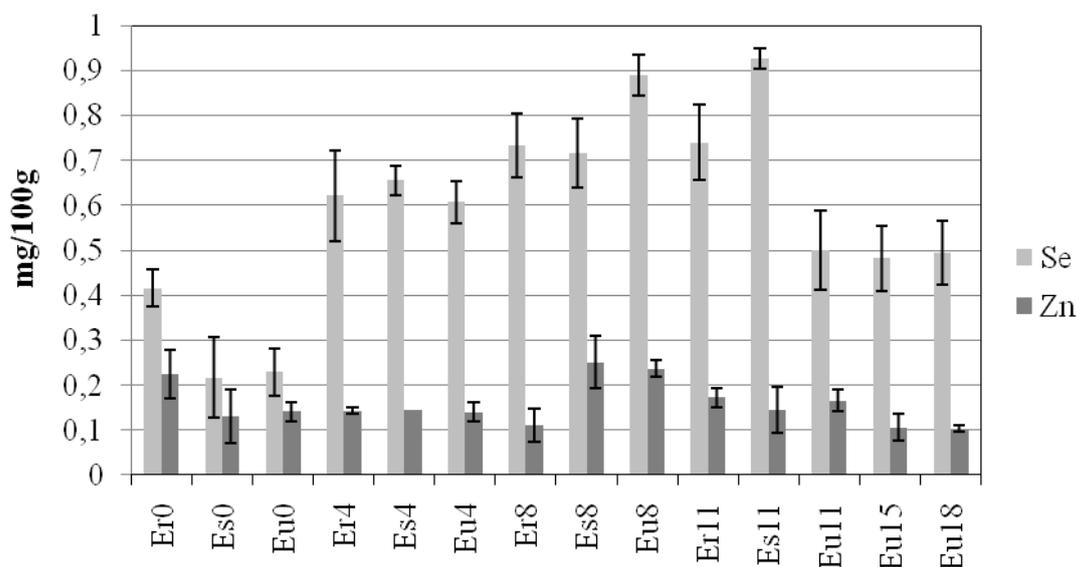
	Ca	desvp	Mg	desvp	P	desvp	Na	desvp	Se	desvp	Zn	desvp	K	desvp
Rr0	19,81	1,746688	12,009	0,466612	10,69362	0,807355	13,638	0,672574	0,253	0,056386	0,18	0,041959	246,972	4,278268
Rs0	26,564	1,194594	15,45008	1,612525	7,365149	0,101537	9,981	1,191898	0,285	0,100688	0,107	0,0245	244,283	15,42352
Ru0	31,68	0,561052	17,64966	1,275932	7,545509	0,238572	8,996	0,277223	0,216	0,019847	0,13	0,016859	286,489	14,0187
Rr4	20,199	2,364276	12,499	1,032803	10,80284	0,446499	12,915	0,709744	0,498767	0,139165	0,181	0,027481	209,974	19,45901
Rs4	21,955	0,337567	10,388	1,742903	9,513372	0,467489	9,867	1,167289	0,551236	0,027981	0,132	0,004087	242,794	7,556861
Ru4	27,407	1,624916	13,26823	2,809271	7,727355	0,603427	10,074	1,400851	0,600915	0,053917	0,125	0,025701	264,358	11,83892
Rr8	22,61	1,460288	11,20629	1,227772	10,73778	0,40603	11,233	2,224557	0,674454	0,106719	0,407	0,01603	189,327	7,679998
Rs8	23,582	1,054379	12,62665	2,078418	10,94152	0,146494	10,175	0,168471	0,572507	0,02996	0,209	0,025648	214,939	21,31346
Ru8	29,18	3,612963	14,29087	1,266238	10,42296	0,678563	10,184	0,257326	0,676516	0,138873	0,164	0,014393	230,135	1,064812
Rs11	22,808	0,960924	13,179	2,415463	9,366902	0,146682	10,2501	0,411604	0,756687	0,136921	0,171	0,02983	195,172	22,41299
Ru11	28,162	1,122003	10,478	0,26486	7,868136	0,29754	10,77577	1,280173	0,958556	0,192666	0,17	0,025049	202,7598	13,43219
Rs15	20,635	0,70004	11,51811	2,283107	8,830679	0,356194	10,78249	0,143405	0,544618	0,124748	0,137	0,009782	262,6115	32,68591
Ru15	24,159	0,561363	9,439276	0,651762	7,969369	0,433152	10,38615	0,729847	0,424608	0,104652	0,171	0,058599	270,667	44,79945
Ru18	15,318	1,051921	11,721	1,030465	8,011134	0,46806	10,71282	0,324366	0,497289	0,04147	0,108842	0,027223	284,22	9,831491
Ru22	19,482	3,133284	9,932	1,740443	8,195303	0,436189	10,58792	1,038588	0,467764	0,020466	0,153958	0,010141	284,705	7,493466
Ru30	14,438	1,812362	8,582508	0,310041	7,968764	0,636449	10,48278	0,450245	0,540219	0,087058	0,116154	0,03747	289,78	52,48334

**Nota:** ver legenda da tabela 2

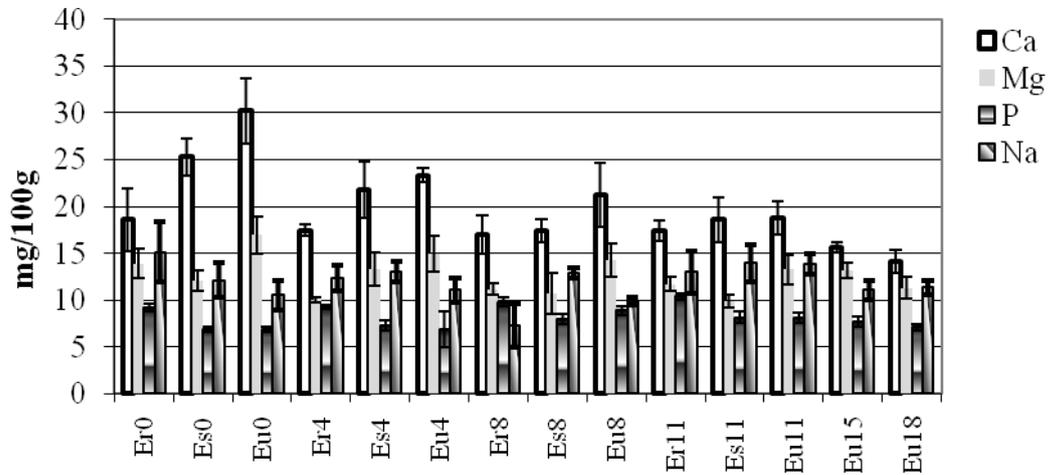
**Figura 7** – Teores de potássio das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita



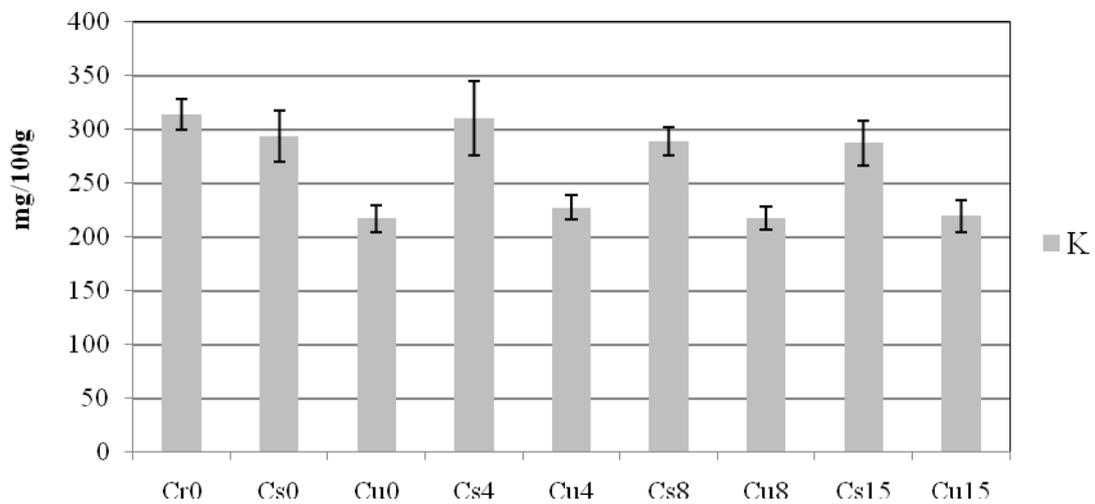
**Figura 8** – Teores de selênio e de zinco das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita



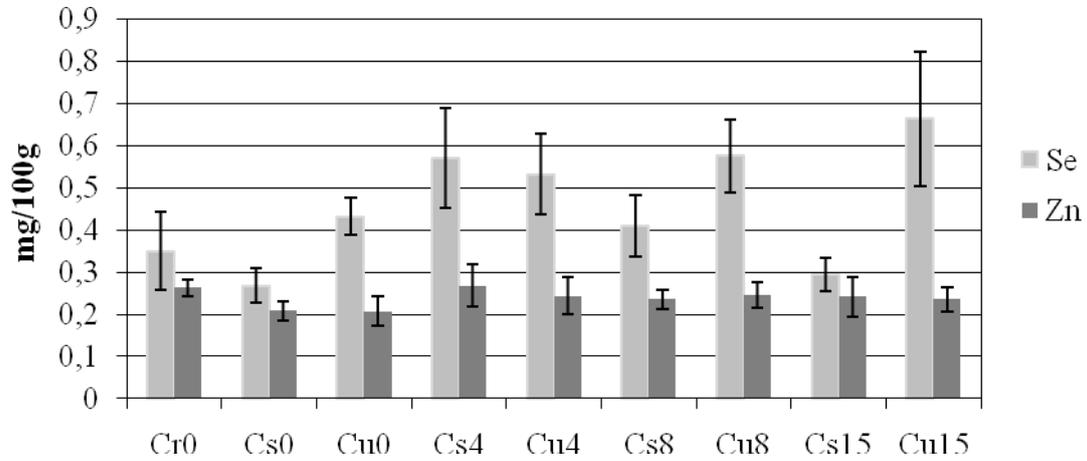
**Figura 9** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo e de sódio das amostras de tomate chucha durante o processo de amadurecimento pós-colheita



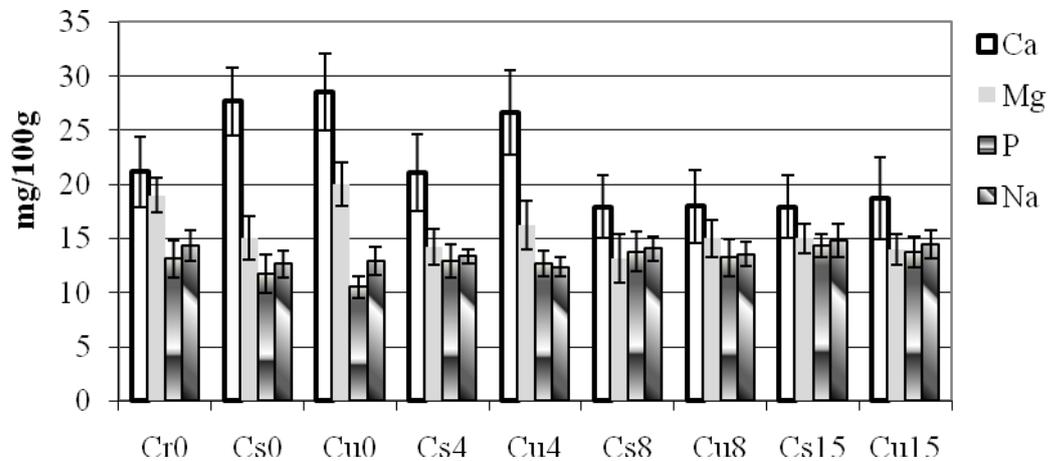
**Figura 10** – Teores de potássio das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita



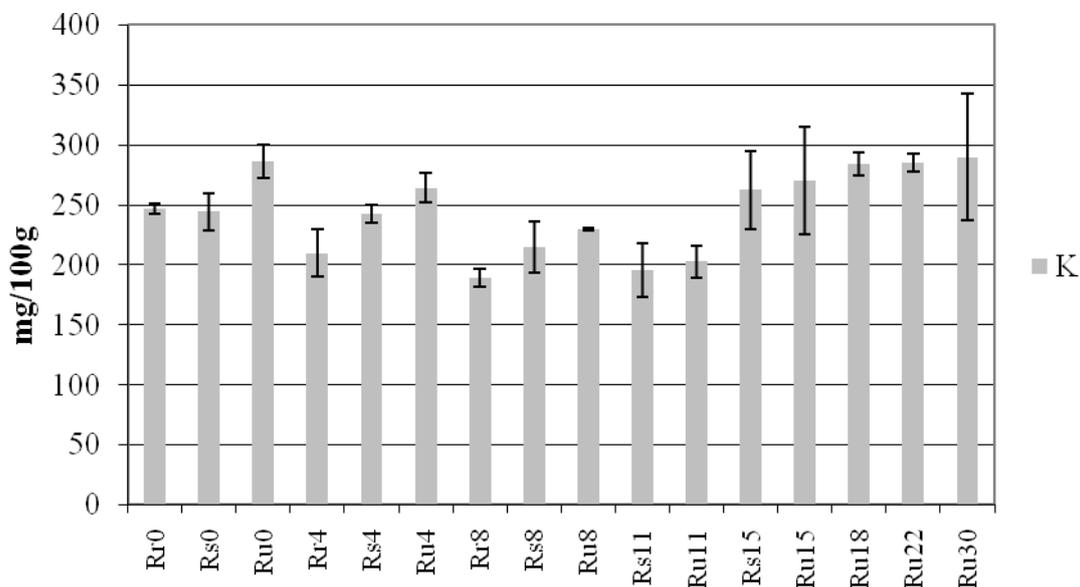
**Figura 11** – Teores de selênio e de zinco das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita



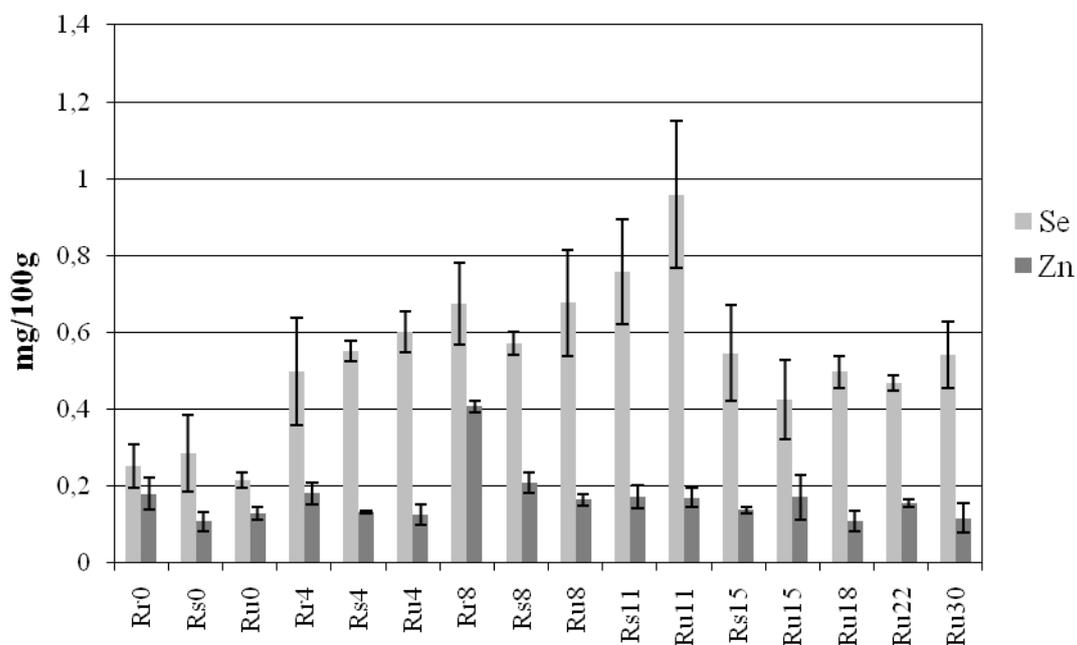
**Figura 12** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo e de sódio das amostras de tomate cereja durante o processo de amadurecimento pós-colheita



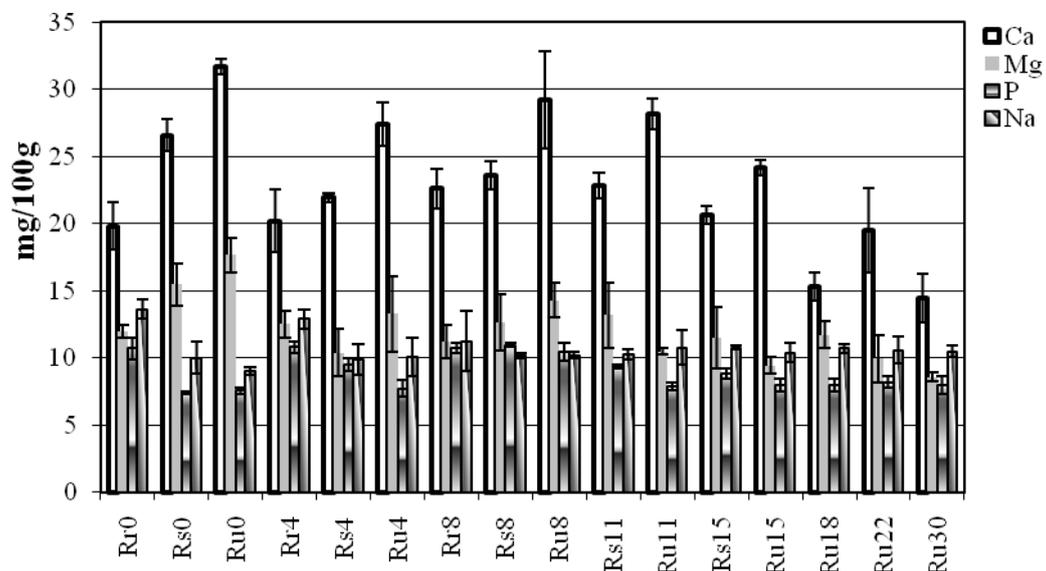
**Figura 13** – Teores de potássio das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita



**Figura 14** – Teores de selênio e de zinco das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita



**Figura 15** – Teores de cálcio, magnésio, fósforo e de sódio das amostras de tomate redondo durante o processo de amadurecimento pós-colheita



## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O tomate como é sabido, desenvolve o seu processo de amadurecimento mesmo depois de colhido. Nesse sentido foi feito um estudo comparativo entre as 3 variedades de tomate mais consumidas em Portugal (redondo, chucha e cereja) quanto ao seu teor em micronutrientes nos estádios de maturação mais comuns (verde, meio-maduro e maduro) quando da colheita e, no período pós-colheita. Foi ainda avaliado se a exposição ao Sol no período pós-colheita influenciava esses teores,

Foram estudados os teores em cálcio, fósforo, magnésio, potássio, selénio, sódio, zinco e licopeno, tendo-se observado diferentes situações, das quais se permite destacar que:

#### LICOPENO

No dia em que foram colhidos os tomates, o teor em licopeno era superior no estádio maduro, seguido do meio-maduro e, com um teor bastante inferior, no estádio verde, qualquer que tenha sido a variedade de tomate estudada.

Nos dias posteriores até ao 11º dia, e se exceptuarmos a variedade cereja, os teores de licopeno vão diminuindo no tomate maduro enquanto no tomate meio-maduro e verde a sua quantidade vai aumentando. Deste tempo e até ao 30º dia, período máximo estudado, verificou-se que o teor de licopeno diminuiu em todas as amostras estudadas e nos três estádios em estudo.

No entanto, enquanto que no meio-maduro a concentração de licopeno aumentou até aos valores registados para o estádio maduro, no verde a concentração foi sempre muito inferior.

Para as variedades estudadas, registou-se que, de forma global, uma maturação após colheita superior a 11 dias, não representa uma mais-valia considerável, nos teores em licopeno.

## MINERAIS

Os resultados obtidos e apresentados esquematicamente nas figuras 7-12, permitem, no geral, duas conclusões.

A primeira diz respeito à variedade cereja que foi a que apresentou, de uma forma generalizada, maior concentração dos minerais estudados, quando comparada com as outras variedades em estudo;

A segunda, tem a ver com o comportamento tipo das amostras das 3 variedades de tomate estudadas durante o processo de maturação pós-colheita que, em geral, se pode considerar idêntico.

Por outro lado, e quando se comparam os teores dos minerais em causa com os de outros estudos [Martins *et al.*, 2006; Suárez *et al.*, 2007; Guil-Guerrero & Reboloso-Fuentes, 2008], verifica-se que os valores são da mesma ordem de grandeza, quando se trata de tomates considerados adequados para consumo.

Já no que concerne às concentrações avaliadas no dia da colheita (dia 0), pode-se afirmar que:

O potássio é, entre os minerais estudados, o que apresenta concentração mais elevada (10 a 30 vezes superior aos teores de Ca, Mg, P ou Na e 450 a 1200 vezes maior que selénio e zinco), independentemente da variedade de tomate em estudo ou do respectivo estadió de maturação;

As concentrações de minerais são mais elevadas nos tomate maduros do que nos verdes, particularmente nos casos de potássio, sódio, fósforo e zinco, enquanto para o selénio tal só é evidente no caso da variedade chucha;

Na variedade redondo verifica-se que a razão entre as concentrações de cálcio e de magnésio é praticamente constante, independentemente dos tomates serem maduros, meio-maduros ou verdes;

Na variedade chucha, se a concentração de magnésio é praticamente idêntica nos 3 estadios de maturação, a concentração de cálcio é maior quando o tomate é colhido verde.

Durante o processo de maturação pós-colheita levado a cabo, a análise dos resultados obtidos, permite afirmar que:

Enquanto os teores de zinco, sódio, fósforo e potássio não sofrem variação significativa, os teores em cálcio, magnésio e selénio variam significativamente ao longo da maturação;

Os teores em cálcio e magnésio decrescem ao longo da maturação. Assim, a maior concentração observada no dia 0, mais marcada no estadio verde, vai diminuindo ao longo da maturação, e as diferenças entre os estadios vão-se atenuando. Estes resultados provavelmente devem-se ao facto da inserção de magnésio na estrutura da porfirina ser o primeiro passo na biossíntese de clorofila [Marschner, 1995]. Além disso, com o amadurecimento, ocorre solubilização das protopectinas por hidrólise ácida ou acção de protopectinases e consequente libertação do cálcio. Por esta razão, a diminuição observada do teor em cálcio deve-se, provavelmente, à redução deste mineral ligado à parede celular durante o amadurecimento [Silva *et al.*, 2007];

Já o teor em selénio aumenta ao longo dos primeiros onze dias de maturação fora da planta, chegando a atingir uma concentração cinco vezes superior à registada para o dia 0. Contudo, não se conseguiu encontrar qualquer hipótese que possa explicar esta variação pelo que será necessária a realização de outros estudos que permitam esclarecer tal situação;

Verificou-se, ainda, que, independentemente das variedades de tomate estudadas ou dos correspondentes estadios de maturação, a diferença entre os teores absolutos de cálcio, de magnésio e de selénio foi francamente atenuada (sobretudo a partir do dia 11) à medida que decorreu o processo de amadurecimento fora do tomateiro;

Finalmente, foi possível observar que, para as variedades estudadas, um período de maturação após colheita superior a 11 dias, originou, sempre, uma diminuição no conteúdo total em minerais, selénio incluído, parecendo indicar que este período de tempo (onze dias) deve ser o tempo máximo entre a colheita e o consumo do tomate, pelo menos para as 3 variedades em estudo, e de acordo com os dados obtidos.

**À guisa de conclusões**, e apesar da escassez de amostra de tomate cereja recomendar a que as observações efectuadas durante a discussão de resultados relativas a esta variedade de tomate devam ser consideradas com uma maior ponderação, tanto mais que no décimo primeiro dia do processo de maturação pós-colheita nenhuma amostra desta variedade de tomate foi colhida para amostra, permite-se destacar que:

Os resultados obtidos permitem concluir que o conteúdo em licopeno varia ao longo da maturação pós-colheita;

Um aspecto especialmente importante é o facto do teor em licopeno no estadio meio-maduro aumentar bastante durante o processo de maturação pós-colheita;

Dada a importância do licopeno para a saúde humana, parece que a colheita de tomate meio-maduro, até 11 dias da total maturação, não conduz a diminuição do teor total de licopeno, desde que o tomate seja ingerido maduro;

No caso do tomate colhido verde, os resultados obtidos permitem concluir que, apesar de ocorrer, também, síntese de licopeno após a colheita, as concentrações atingidas situam-se sempre muito aquém das que são alcançadas no tomate maduro, independentemente da variedade estudada;

No tomate colhido maduro, não parece haver qualquer aumento do teor de licopeno após o momento da colheita, pelo que o seu consumo deve ser aconselhado logo após a sua colheita;

Quanto ao conteúdo em minerais, e tendo em conta os que foram estudados, verificou-se que alguns deles apresentaram uma variação nem sempre uniforme ao longo da maturação pós-colheita;

Um aspecto a ter em conta é o facto do teor em selénio (cuja actividade antioxidante para o Homem é por demais reconhecida) aumentar ao longo dos primeiros onze dias de maturação fora do tomateiro, facto esse particularmente evidente nas variedades chucha e redondo;

Finalmente, e em face dos promissores resultados obtidos, permite-se sugerir a continuação deste estudo no sentido de confirmar/infirmar o intervalo de 11 dias entre a colheita no tomateiro e o seu consumo, sobretudo para o estágio de meio-maduro, que parece não trazer prejuízo nutricional, pelo menos para os teores de licopeno, selénio, zinco, cálcio, magnésio, fósforo, sódio e potássio e que se pode revelar um excelente auxiliar para eleger o momento mais adequado para a colheita do tomate e assim valorizar o produto nacional quer para a saúde da população, quer para a economia portuguesa, sobretudo quando se trata da exportação do tomate em fresco.

## BIBLIOGRAFIA

AFANAS'EV, I.B. "Free radical mechanisms of aging processes under physiological conditions", **Biogerontology**, 6 (2005) 283-290.

AL-DELAIFY, W.K., FERRARI, P., SLIMANI, N., PALA, V., JOHANSSON, I., NILSSON, S., MATTISSON, I., WIRFALT, E., GALASSO, R., PALLI, D., VINEIS, P., TUMINO, R., DORRONSORO, M., PERA, G., OCKÉ, M.C., BUENO-DE-MESQUITA, H.B., OVERVAD, K., CHIRLAQUE, M., TRICHOPOULOU, A., NASKA, A., TJØNNELAND, A., OLSEN, A., LUND, E., ALSAKER, E.H., BARRICARTE, A., KESSE, E., BOUTRON-RUAULT, M.C., CLAVEL-CHAPELON, F., KEY, T.J., SPENCER, E., BINGHAM, S., WELCH, A.A., SANCHEZ-PEREZ, M.J., NAGEL, G., LINSEISEN, J., QUIRÓS, J.R., PEETERS, P.H., VAN GILS, C.H., BOEING, H., VAN KAPPEL, A.L., STEGHENS, J.P., RIBOLI, E. "*Plasma carotenoids as biomarkers of intake of fruits and vegetables: individual-level correlations in the European Prospective Investigation into cancer and Nutrition (EPIC)*" **European Journal of Clinical Nutrition**, 59 (2005) 1387-1396.

AMES, B.N., SHIGENAGA, M.K., HAGEN, T.M. "Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging" **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 90 (1993) 7915-7922.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists) "**Official methods of analysis of AOAC: Food composition; additives; natural contaminants**" Volume II, Edited by HELRICH, K., Arlington, 1990.

APPLETON, K.M., ROGERS, P.J., NESS, A.R. "Is there a role for n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in the regulation of mood and behaviour? A review of the evidence to date from epidemiological studies, clinical studies and intervention trials" **Nutrition Research Reviews**, 21 (2008) 13-41.

ARTEMIS, P.S. "The Mediterranean Diets: What Is So Special about the Diet of Greece? The Scientific Evidence. **The Journal of Nutrition**, 131 (2001) 3065S-3073S.

ASTLEY, S.B. “Dietary antioxidants – past, present and future?” **Trends in Food Science & Technology**, 14 (2003) 93-98.

BAKER, E.T. & WELLMAN, N.S. “Nutrition concerns in discharge planning for older adults: A need for multidisciplinary collaboration” **Journal of the American Dietetic Association**, 105 (2005) 603-607.

BALLESTER, M. “Antioxidantes, radicales libres y salud. Un enfoque químico-orgánico-físico” **Medicina Clinica** 107 (1996) 509-515.

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  $\beta$ -carotene in vegetables” **Food Chemistry**, 95 (2006) 328-336.

BAUTISTA, M.C., ENGLER, M.M. “The Mediterranean diet: is it cardioprotective?”. **Progress in Cardiovascular Nursing** 20 (2005) 70-76.

BELITZ, H-D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. “**Food Chemistry**” 3ª edição, Springer, Berlin, 2004.

BLUM, A., MONIR, M., WIRSANSKY, I., BEN-ARZI, S. “The beneficial effects of tomatoes” **European Journal of Internal Medicine**, 16 (2005) 402-404.

BOILEAU, T.W., LIAO, Z., KIM, S., LEMESHOW, S., ERDMAN, J.W., CLINTON, S.K. “Prostate carcinogenesis in N-methyl-Nnitrosourea (NMU)-testosterone-treated rats fed with tomato powder, lycopene, or energyrestricted diets” **Journal of the National Cancer Institute**, 95, (2003) 1578-1586.

BOURRE J-M. “**A comida inteligente**” Gradiva, Lisboa, 1990.

BOURRE J-M. “Os alimentos da inteligência e do prazer” Instituto Piaget, Lisboa, 2001.

BROEKMANS, W.M.R., KLÖPPING-KETELAARS, I.A.A., CAROELIEN R. W. C. SCHUURMAN, C.R.W.C., VERHAGEN, H., VAN DEN BERG, H., KOK, F.J., Van POPPEL, G. “Fruits and Vegetables Increase Plasma Carotenoids and Vitamins and Decrease Homocysteine in Humans” **The Journal of Nutrition**, 130 (2000) 1578-1583.

BUETTNER, D. & McLAIN, D. “Segredos para viver mais” **National Geographic**, Portugal, Janeiro de 2006, pag.2.

CANENE-ADAMS, K., CAMPBELL, J.K., ZARIPHEH, S., JEFFERY, E.H., ERDMAN, J.W. Jr “The Tomato as a Functional Food” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 1226-1230.

CARIS-VEYRAT, C., AMIOT, M-J., TYSSANDIER, V., GRASSELLY, D., BURET, M., MIKOLAJCZAK, M., GUILLAND, J-C., BOUTELOUP-DEMANGE, C., BOREL, P. “Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees; consequences on antioxidant plasma status in humans” **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52 (2004) 66503-66509.

CHO, E., SEDDON, J.M., ROSNER, B., WILLET, W.C., HANKINSON, S.E. “Prospective Study of Intake of Fruits, Vegetables, Vitamins, and Carotenoids and Risk of Age-Related Maculopathy” **Archives of Ophthalmology**, 122 (2004) 883-892.

CÍRCULO DE LEITORES “O Grande Livro dos Alimentos” Lisboa, 2006.

CODEX ALIMENTARIUS “Codex Standard for Tomatoes” Codex Stan 293-2008. [www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXS\\_293e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXS_293e.pdf) *acedido em 27 de Agosto de 2009.*

COLLINS, A., DUTHIE, S., ROSS, M. “Micronutrients and oxidative stress in the aetiology of cancer” **Proceedings of the Nutrition Society**, 53 (1994) 67-75.

DAVID I. Carotenoides: functions and fallacies. **Proceedings of the Nutrition** (1994), 53,77-87.

DAVISON, G.W., HUGHES, C.M., BELL, R.A. “Exercise and Mononuclear Cell DNA Damage: The Effects of Antioxidant Supplementation” **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism** 15 (2005) 480-492.

DIWADKAR-NAVSARIWALA, V., NOVOTNY, J.A., GUSTIN, D.M., SOSMAN, J.A., RODVOLD, K.A., CROWELL, J.A., STACEWICZ-SAPUNTZAKIS, M., BOWEN, P.E. “A physiological pharmacokinetic model describing the disposition of lycopene in healthy men” **Journal of Lipid Research**, 44 (2003) 1927-19939.

ENGELHARD, Y.N., GAZER, B., PARAN. E. “Natural antioxidants from tomato extract reduce blood pressure in patients with grade-1 hypertension: a double-blind placebo-controlled pilot study” **American Heart Journal**, 151 (2006) 100.e1-100.e6

ERDMAN, J.W. Jr. “How do nutritional and hormonal status modify the bioavailability, uptake, and distribution of different isomers of lycopene?” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 2046S-2047S.

FAIRFIELD, K.M. & FLETCHER, R.H. “Vitamins for Chronic Disease Prevention in Adults” **The Journal of the American Medical Association**, 287 (2002) 3116-3126.

FANDRIN, J. & MONTANARI, M. “**História da Alimentação: 1. Dos primórdios à Idade Média**” Terramar, Lisboa, 1998.

FEINBERG, M., FAVIER, J.C., IRELAND-RIPERT, J. “**Répertoire Général des Aliments**” 2<sup>a</sup> edition, INRA, Paris, 1995.

FRUSCIANTE, L., CARLI, P., ERCOLANO, M.R., PERNICE, R., DI MATTEO, A., FOGLIANO, V., PELLEGRINI, N. “Antioxidant nutritional quality of tomato” **Molecular Nutrition & Food Research**, 51 (2007) 609-617.

FSA (Food Standards Agency) “**McCance and Widdowson’s The Composition of Food**” Sixth summary edition, Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002.

GANJI, V., KAFAI, M.R. “Population Determinants of Serum Lycopene Concentrations in the United States: data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey”, 1988-1994” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 567-572.

GERBER M. “La tomate, po, d’or du jardin des hespéridés ?” **Cahiers de Nutrition et de Diététique**, 37 (2002) 297-301.

GIESEG S. “Reducing Free Radical –A Dietary Revolution” **New Zealand Science Monthly**, July (1999) 6-8.

GIOVANNUCCI. E. “Tomatoes, Tomato-Based Products, Lycopene, and Cancer: Review of the Epidemiologic Literature” **Journal of the National Cancer Institute**, 91 (1999) 317-331.

GREDILLA, R., PHANEUF, S., SELMAN, C., KENDAIHAH, S., LEEUWENBURGH, C., BARJA, G. “Short-term caloric restriction and sites of oxygen radical generation in kidney an skeletal muscle mitochondria” **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1019 (2004) 333-342.

GUIL-GUERRERO J.L. & REBOLLOSO-FUENTES M.M. “Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties” **Journal of Food Composition and Analysis**, 22 (2008) 123–129.

HALLIWELL, B., GUTTERIDGE, J.M. “Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview” **Methods in Enzymology**, 186 (1990) 1-85.

HARWICH, N. “Échanges croisés entre Nouveau Monde et Ancien Monde: Maïs, pomme de terre, tomate et cacao” **Études rurales**, 155-156 (2000) 239-259.

HEBER, D. & LU, Q.Y. “Overview of mechanisms of action of lycopene” **Experimental Biology and Medicine**, 227 (2002) 920-923.

HELLER, R., WERNER-FELMAYER, G., WERNER, E. “Antioxidants and endothelial nitric oxide synthesis” **European Journal of Clinical Pharmacology**, 62S1 (2006) 21-28.

HERNÁNDEZ, M., RULL, J., RIOS, D., RODRÍGUEZ, E., DÍAZ, C. “Chemical Composition of Cultivar of Tomatoes Resistant against the Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)” **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, 4 (2005) 1049-1054.

HSIAO, G., WANG, Y., TZU, N.H., FONG, T.H., SHEN, M.Y., LIN, K.H., CHOU, D.S., SHEU, J.R. “Inhibitory effects of lycopene on un vitro platelet activation and in vivo prevention of thrombus formation” **The Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, 146 (2005) 216-226.

<http://www.alessandracoelho.com.br>

<http://www.eufic.org/article/pt/page/FARCHIVE/artid/>

HUANG HY, CABALLERO B, SHANG S, ALBERG A, SEMBA R, SCHNEYER C, WILSON RF, CHENG TY, PROKOPOWICZ G, BARNES GJ, VASSY J, BASS EB. Multivitamin/Mineral supplements and prevention of chronic disease. *Evid Rep Technil Assess* 2006; 1-117

IVANOV, N.I., COWELL, S.P., BROWNB, P., RENNIEA, P.S., GUNSA, E.S., COX, M.E. “Lycopene differentially induces quiescence and apoptosis in androgen-responsive and independent prostate cancer cell line” **Clinical Nutrition**, 26 (2007) 252-263.

JANSEN, M.C., Van KAPPEL, A.L., OCKÉ, M.C., Van't VEER, P., BOSUIZEN, H.C., RIBOLI, E., BUENO-DE-MESQUITA, H.B. “Plasma carotenoids levels in Dutch men and Women, and the relation with vegetable and fruit consumption” **European Journal of Clinical Nutrition**, 58 (2004) 1386-1395.

KHAN, S.R. “Hyperoxaluria-induced oxidative stress and antioxidants for renal protection” **Urology Research**, 33 (2005) 349-357.

KOZUKUE, N. & FRIEDMAN, M. “Tomatine, chlorophyll,  $\beta$ -carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation” **Journal of the Science of Food and Agriculture** 83 (2003) 195-200.

KRIS-ETHERTON, P.M., LEFEVRE, M., BEECHER, G.R., GROSS, M.D., KEEN, C.L., ETHERTON, T.D. “Bioactive compounds in nutrition and health research methodologies for establishing biological function: the antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis” **Annual Review of Nutrition**, 24 (2004) 511-538.

LAPOINTE, A., GOULET, J., COUILLARD, C., LAMARCHE, B., LEMIEUX, S. “A Nutritional Intervention Promoting the Mediterranean Food Pattern Is Associated with a Decrease in Circulating Oxidized LDL Particles in Healthy Women from the Québec City Metropolitan Area” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 410-415.

LIN, C.H. & CHEN, B.C. “Determination of carotenoids in tomato juice by liquid chromatography” **Journal of Chromatography A**, 1012, (2003)103-109.

LIU, C., RUSSELL, R.M., WANG, X-D. “Lycopene Supplementation Prevents Smoke-induced Changes in p53, p53 Phosphorylation, Cell Proliferation, and Apoptosis in the Gastric Mucosa of Ferrets” **The Journal of Nutrition**, 136 (2006) 106-111.

MARSCHNER, H. “**Mineral nutrition of higher plants**” Academic Press, 2ª edição, New York, 1995.

MARTINS, I., PORTO, A., OLIVEIRA, L. “**Tabela de Composição dos Alimentos Portugueses**” INSA (Instituto de Saúde Ricardo Jorge), Lisboa, 2006.

McCORD, J.M. “The evolution of Free Radical and Oxidative Stress” **The American Journal of Medicine**, 108, (2000) 652-659.

MOHANTY, N.K., SAXENA, S., SINGH, U.P., GOYAL, N.K., ARORA, R.P. “Lycopene as a chemopreventive agent in the treatment of high-grade prostate intraepithelial neoplasia” **Urologic Oncology**, 23 (2005) 383-385.

NGUYEN, M.L. & SCHWARTZ, S.J. “Lycopene: chemical and biological properties” **Food Technology**, 53 (1999) 38-45.

OVERBECK, S., RINK, L., HAASE, H. “**Modulating the immune response by oral zinc supplementation: a single approach for multiple diseases.**” **Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis**, 56 (2008)15-30.

POSPISIL, E. “**A dieta mediterrânica**” Plátano, Lisboa, 2002.

PREGO, R., DUARTE, A., PANTELEITCHOUK, A.V., SANTOS, T.A.P.R. “**Estudos Sobre Contaminação Ambiental na Península Ibérica**” Instituto Piaget, Lisboa, 2002.

RAJARAM, S. “The effects of vegetarian diet, plant food, and phytochemicals on hemostasis and thrombosis” **The American Journal of Clinical Nutrition**, 78 (2003) 552S-558S.

RAMOS LEANDRO. “Bioquímica da Nutrição”, 2009

RAO, A.V. & AGAWAL, S. “Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease” **Journal of the American College of Nutrition**, 5 (2000) 563-569.

RAO, A.V., WASEEM, Z., AGAWAL, S. “Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene” **Food Research International**, 31 (1998) 737-741.

REBOUL, E., BOREL, P., MIKAIL, C., ABOU, L., CHARBONNIER, M., CARISVEYRAT, C., GOUPY, P., PORTUGAL, H., LAIRON, D., AMIOT, M-J. “Enrichment of tomato paste with 6% tomato peel increase lycopene and beta-carotene bioavailability in men” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 790-794.

RIMM, E.B. & STAMPFER, M.J. “The role of antioxidants in preventive cardiology” **Current Opinion in Cardiology**, 12 (1997) 188-194.

SALDANHA, H. “**Nutrição Clínica**” Edições Lidel, Coimbra, 1998.

SCHI, J. & Le MAGUER, M. “Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing” **Critical Reviews in Biotechnology**, 20 (2000) 293-334.

SHERRY, A.T., LI, J., DOSTI, M.P. “Lutein Absorption is Facilitated with Cosupplementation of Ascorbic Acid in Young Adults” **Journal of the American Dietetic Association**, 105 (2005) 114-118.

SIES, H., STAHL, W., SUNDQUIST, A.R. “Antioxidants function of vitamins. Vitamins E and C, beta-carotene and other carotenoids” **Annals of the New York Academy of Sciences**, 669 (1992) 7-20.

SILVA, G.G., DINIZ, R.G., SILVA, M.E. “Papaya (*Carica papaya L.*) Chemical evaluation in different maturities stages” **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, 3 (2007) 1-7.

SKULACHEV, V.P., LONGO, V.D. “Aging as a Mitochondria-Mediated Atavistic Program: Can Aging Be Switched Off?” **Annals of the New York Academy of Sciences**, 1057 (2005) 145-164.

SOUCI, S.W., FACHMANN, W., KRAUT, H. “**Food Composition and Nutrition Tables**” Seventh Edition, Franz Steiner Verlag, Berlin, 2008.

STEINBRECHER, U.P. “Dietary antioxidants and cardioprotection – fact or fallacy?” **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, 75 (1997) 228-233.

SUÁREZ, M. H., RODRÍGUEZ, E.M.R., ROMERO, C.D. “Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes” **Food Chemistry**, 104 (2007) 489-499.

TEUBNER, C. “**Food - The World of Food**” Teubner Edition, Munique, 2006.

TRICHOPOULOU, A., LAGIOU, P., KUPER, H., TRICHOPOULOS, D. “Cancer and Mediterranean Dietary Traditions” **Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention**, 9 (2000) 868-873.

TYSSANDIER, V., FEILLET-COUDRAY, C., CARIS-VEYRAT, C., GUILLAND, J.-C., COUDRAY, C., BUREAU, S., REICH, M., AMIOT-CARLIN, M.-J., BOUTELOUP-DEMANGE, C., BOIRIE, Y., BOREL, P. “Effect of Tomato Product

Consumption on the Plasma Status of Antioxidant Microconstituents and on the Plasma Total Antioxidant Capacity in Healthy Subjects” **Journal of the American College of Nutrition**, 23 (2004) 148-156.

UNLU, N.Z., BOHN, T., CLINTON, S.K., SCHWARTZ, S.J. “Carotenoid Absorption from Salad and Salsa by Humans Is Enhanced by the Addition of Avocado Oil” **The Journal of Nutrition**, 135 (2005) 431-436.

VÁZQUEZ MARTÍNEZ, C., GALÁN, P., PREZIOSI, P., RIBAS, L., SERRA, L.L., HERCBERG, S. “The SUVIMAX (France) study: the role of antioxidants in the prevention of cancer and cardiovascular disorders” **Revista Española de Salud Pública**, 72 (1998) 173-183.

VELMURUGAN, B. & NAGINI, S. “Combination Chemoprevention of experimental gastric carcinogenesis by s-allylcysteine and lycopene modulatory effects on glutathione redox cycle antioxidants” **Journal of Medical Food**, 8 (2005) 494-501.

VIROUX, P. “**La table des dieux**” Éditionne Pierron, Paris, 2001.

WAY IC. Segredos em Nutrição. Porto Alegre, Artmed, 2000

WCRF/AICR. Food, Nutrition, Physical Activity and Prevention of Cancer - a global perspective. Washington DC , 2007

WEINDRUCH, R., KEENAN, K.P., CARNEY, J.M., FERNANDES, G., FEUERS, R.J., FLOYD, R.A., HALTER, J.B., RAMSEY, J.J., RICHARDSON, A., ROTH, G.S., SPINDLER, S.R. “Caloric Restriction Mimetics: Metabolic Interventions” **Journals of Gerontology:SERIES A**, 56A, Special Issue I (2001) 20-33.

WEISBURGER, J.H. "Evaluation of the evidence on the role of tomato products in disease prevention" **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, 218 (1998) 140-143.

WHO (World Health Organization) "**Carotenoids, IARC Handbooks of Cancer Prevention**" Volume 2, Lyon, 1998.

WIKTORSKA, J.A., LEWINSKI, A., SEWERYNEK, E. "Effects of different antioxidants on lipid peroxidation in brain homogenates, induced by L-thyroxine administration in rats" **Neuro Endocrinology Letters**, 26 (2005) 704-708.

WOOD, L.G., GARG, M.L., BLAKE, R.J., GARCIA-CARABALLO, S., GIBSON, P.G. "Airway and Circulating Levels of Carotenoids in Asthma and Healthy Controls" **Journal of the American College of Nutrition**, 24 (2005) 448-455.

XIANQUAN, S., SHI, J., KAKUDA, Y., YUEMING, J. "Stability of lycopene during food processing and storage" **Journal of Medicinal Food**, 8 (2005) 413-422).

ZASLAVER, M., OFFER, S., KEREM, Z., STARK, A.H., WELLER, J.I., ELIRAZ, A., MADAR, Z. "Natural compounds derived from foods modulate nitro oxide production and oxidative status in epithelial lung cells" **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53 (2005) 9934-9939.