

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA**

ANA CAROLINA LORO

**Caracterização química e funcional de tomates “Sweet Grape” e Italiano
submetidos à desidratação osmótica e adiabática**

Piracicaba

2015

ANA CAROLINA LORO

**Caracterização química e funcional de tomates “Sweet Grape” e Italiano
submetidos à desidratação osmótica e adiabática**

Versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011

**Dissertação apresentada ao Centro de Energia
Nuclear na Agricultura da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Mestre em
Ciências**

**Área de Concentração: Química na Agricultura e
no Ambiente**

**Orientadora: Profa. Dra. Marta Helena Fillet
Spoto**

Piracicaba

2015

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Loro, Ana Carolina

Caracterização química e funcional de tomates “Sweet Grape” e Italiano submetidos à desidratação osmótica e adiabática / Ana Carolina Loro; orientadora Mata Helena Fillet Spoto. - - versão revisada de acordo com a Resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2015.

89 p.: il.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Química na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Análise sensorial de alimentos 2. Antioxidantes 3. Conservação de alimentos pelo calor 4. Cromatografia líquida de alta eficiência 5. Desidratação de alimentos 6. Secagem de alimentos I. Título

CDU 664.854: 635.64

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais Lízia Marta e
José Marcelo, pelo apoio e incentivo.*

AGRADECIMENTOS

Muitos são os agradecimentos a todos que direta ou indiretamente auxiliaram e tornaram possível a realização deste trabalho.

Agradeço primeiramente a Deus, por toda a força, fé e presença, tanto nas vitórias quanto nas dificuldades, nas dúvidas e nas certezas.

Aos meus pais Lízia e Marcelo, por todo amor, carinho e confiança e pelo apoio desde a graduação até pós-graduação e concretização deste trabalho. Sem vocês esse sonho com certeza não teria se realizado.

Às minhas irmãs Ana Paula e Ana Beatriz, pelo carinho e apoio emocional.

Às minhas avós queridas, Irene e Magali, pelo amor incondicional e força. A fé de vocês iluminou meus caminhos.

Aos meus tios e tias, por todo carinho e amizade.

À orientadora, Profa. Dra. Marta Helena Fillet Spoto, por ter me recebido de braços abertos em seu espaço de trabalho, agradeço pela orientação e ensinamentos, apoio incondicional, paciência e compreensão em todas as horas.

À Profa. Dra. Solange Guidolin Canniatti Brazaca, pelo apoio, amizade e por ter aberto as portas de seu laboratório para confecção de parte do trabalho.

À Profa. Angela de Fatima Kanesaki Correia, pelo apoio emocional, auxílio na parte prática, amizade e aprendizado.

À amiga e colaboradora Patricia Teberga, por toda ajuda e empenho na realização deste trabalho.

Aos integrantes do grupo GEFH, principalmente, pela recepção no grupo, apoio, amizade e convivência.

Ao Instituto ICASA de Campinas, pela realização de parte das análises deste projeto.

Aos funcionários do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), por toda dedicação e amizade.

À Bibliotecária do CENA, Marília Henyei, pela ajuda e correção do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Agroindústria Alimentos e Nutrição, pela convivência e amizade.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

Obrigada a todos, vocês tornaram esse trabalho possível.

*É preciso a certeza de que tudo vai mudar;
É necessário abrir os olhos e perceber que as coisas boas estão dentro de nós:
onde os sentimentos não precisam de motivos nem os desejos de razão.
O importante é aproveitar o momento e aprender sua duração;
Pois a vida está nos olhos de quem sabe ver...
Se não houve frutos, valeu a beleza das flores.
Se não houve flores, valeu a sombra das folhas.
Se não houve folhas, valeu a intenção da semente.*

Henfil

RESUMO

LORO, A. C. **Caracterização química e funcional de tomates “Sweet Grape” e Italiano submetidos à desidratação osmótica e adiabática.** 2015. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

O tomate é um produto hortícola de importância comercial para o Brasil e seu consumo se dá tanto na forma *in natura* quanto de produtos processados. O Sweet Grape, híbrido de mini tomate de sabor mais adocicado, pode ser consumido como acompanhamento, tira-gosto ou *in natura*. No que tange aos tomates *in natura*, as principais dificuldades de comercialização estão relacionadas às perdas pós-colheita e ao excedente produtivo. Devido ao fato de ser altamente perecível, o processo de desidratação vem sendo uma grande alternativa ao fruto que não apresenta padrões de comercialização *in natura* e ao excedente produtivo, no entanto pouco se estudou sobre o processamento na variedade híbrida Sweet Grape. O processamento consistiu na desidratação em solução osmótica, seguido de secagem em secador convectivo adiabático. Diante disso, o presente trabalho objetivou estudar técnica de secagem em duas variedades de tomate, Italiano e Sweet Grape, por meio de análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras e carboidratos), mineral, antioxidantes (fenólicos, luteína, betacaroteno, licopeno e ácido ascórbico) e sensorial dos tomates *in natura* e dos produtos desidratados. Na composição centesimal, o processamento realizado no Sweet Grape preservou melhor os parâmetros, comparado ao Italiano. Com relação aos minerais, o processamento teve mesma influência para a maioria deles, independentemente da variedade. Para os fenólicos, o processamento concentrou o teor de forma significativa, em ambas as variedades. Para os carotenoides, o processamento reduziu de forma significativa os teores de luteína e betacaroteno e de forma não significativa o licopeno, em ambas as variedades. Para o ácido ascórbico observou-se diminuição significativa com o processamento em ambas as variedades. A análise sensorial revelou que o Sweet Grape desidratado teve boa aceitação dos consumidores. Os resultados permitem concluir que a desidratação manteve a qualidade nutricional quando realizada no tomate Sweet Grape

Palavras-chave: Sweet Grape. Italiano. Secagem. Antioxidantes. Licopeno.

ABSTRACT

LORO, A. C. **Chemical and functional quality of mini-tomato Sweet Grape dehydrated and stored**. 2015. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

The tomato is a vegetable of commercial importance to Brazil and its consumption occurs both *in natura* as processed products. The Sweet Grape, hybrid of mini tomato, can be consumed as a appetizer or *in natura*. For tomatoes *in natura*, the main market difficulties are related to post-harvest losses and the over production. Because of its high perishability, the dehydration process has been an alternative to fruit that has no commercial standards *in natura* and over production, however little has been studied about the processing of Sweet Grape. The processing consisted to osmotic dehydration in solution, followed by drying under adiabatic convective dryer. Thus, the present study investigated drying technique for two varieties of tomato, Italian and Sweet Grape, by chemical composition analysis (moisture, ash, fat, protein, fiber and carbohydrates), mineral, antioxidant (phenolic, lutein, beta carotene, lycopene and ascorbic acid) and sensory of fresh and dehydrated tomatoes. For the chemical composition, the processing performed in the Sweet Grape preserved better parameters compared to Italian. With regard to minerals, processing had the same influence for most of varieties. For phenolic, processing concentrated to significantly content in both varieties, too. For carotenoids, processing has significantly reduced the levels of lutein and beta-carotene and lycopene not significantly, in both varieties. For ascorbic acid was observed a significant reduction in processing in both varieties. Sensory analysis revealed that the Sweet Grape dehydrated had good consumer acceptance. The results suggest that dehydration kept the nutritional quality when performed in tomato Sweet Grape

Keywords: Sweet Grape. Italian. Drying. Antioxidants. Licopen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma do Processamento	43
Figura 2. Fluxograma das Análises	43
Figura 3. Modelo da Ficha de Avaliação Sensorial.....	50
Figura 4 - Cromatograma Tomate Italiano <i>in natura</i>	60
Figura 5 - Cromatograma Tomate Italiano Desidratado.....	61
Figura 6 - Cromatograma Tomate Sweet Grape <i>in natura</i>	61
Figura 7 - Cromatograma Tomate Sweet Grape Desidratado	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ingestão Diária Recomendada (IDR) de nutrientes.	29
Tabela 2. Composição Centesimal de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e <i>in natura</i> (% ou g 100 g ⁻¹ em base úmida, valores médios, ±DP, n = 3).	51
Tabela 3. Composição Mineral de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e <i>in natura</i> (% ou g 100 g ⁻¹ em base úmida, valores médios, ±DP, n = 3).	56
Tabela 4. Resultados de Compostos Fenólicos de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e <i>in natura</i> (mg EAG 100 g ⁻¹ em base úmida, valores médios, ±DP, n = 3).....	59
Tabela 5. Resultados de Carotenoides Luteína, Betacaroteno e Licopeno de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e <i>in natura</i> (µg g ⁻¹ em base úmida, valores médios, ±DP, n = 3). .	62
Tabela 6. Resultados de Ácido Ascórbico de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e <i>in natura</i> (mg 100g ⁻¹ em base úmida, valores médios, ±DP, n = 3).....	64
Tabela 7. Médias das notas dos atributos sensoriais para tomates Italiano e Sweet Grape desidratados (valores médios, n = 50).	66

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – Association of Analytical Communities

AOCS – American Oil Chemists' Society

CENA – Centro de Energia Nuclear na Agricultura

DCPIP – 2,6-diclorofenol-indofenol-sódio

DRI/ IDR – Dietary Reference Intakes / Ingestão Diária de Referência ou Recomendada

EAG – Equivalentes em ácido gálico

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

HPLC – High-performance Liquid Chromatography (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Intenção de Compra

IG – Impressão Global

IFT – Institute of Food Technologists (Instituto de Tecnologia de Alimentos)

IOM – Institute of Medicine (Instituto de Medicina)

LAN – Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição

MTBE – Éter metil terc-butílico

NaCl – Cloreto de Sódio

NEPA – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação

SAS – Statistical Analysis Software

TACO – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USDA – Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

USP – Universidade de São Paulo

UV – Ultravioleta

UL – A Tolerable Upper Intake Level (Nível de Tolerância Superior ou Limite Superior)

WHO/ OMS – World Health Organization / Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVO	23
3. REVISÃO DE LITERATURA	24
3.1 Tomate	24
3.1.1 Aspectos de produção, classificação e industrialização.....	24
3.1.2 Composição Nutricional e Mineral	25
3.1.2.1 Minerais	26
3.1.2.2 Carotenoides	29
3.1.2.3 Compostos Fenólicos	33
3.1.2.4 Ácido Ascórbico	34
3.2 Tomate Italiano.....	35
3.3 Mini Tomate	35
3.4 Mini Tomate Sweet Grape	36
3.5 Tomate Seco	37
3.5.1 Desidratação Osmótica.....	38
3.5.2.Desidratação Adiabática	39
3.5.3 Uso de Antioxidantes	40
4. MATERIAL E METODOS	42
4.1 Desidratação dos Tomates	42
4.2 Composição Centesimal	44
4.2.1 Umidade.....	44
4.2.2 Cinzas.....	44
4.2.3 Extrato Etéreo.....	45

4.2.4 Proteína bruta	45
4.2.5 Fibra Alimentar.....	45
4.2.6 Carboidratos.....	46
4.3 Composição Mineral	46
4.4 Compostos Antioxidantes	47
4.4.1 Compostos Fenólicos.....	47
4.4.2 Carotenoides: Luteína, Betacaroteno e Licopeno	47
4.4.3 Ácido Ascórbico (Vitamina C)	48
4.5 Análise Sensorial	49
4.6 Análise estatística	50
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1 Composição Centesimal.....	51
5.2 Composição Mineral	55
5.3 Compostos Antioxidantes	59
5.3.1 Compostos Fenólicos.....	59
5.3.2 Carotenoides: Luteína, Betacaroteno e Licopeno	60
5.3.3 Ácido Ascórbico (Vitamina C)	64
5.4 Análise Sensorial	65
6. CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	69

1. INTRODUÇÃO

O tomate é o produto olerícola de maior difusão mundial para consumo fresco ou processado, juntamente com a batata, a cebola e o alho (CAMARGO; FILHO, 2008). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), os maiores produtores mundiais de tomate são: China, Estados Unidos, Índia, Turquia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México, respectivamente. Estes países produzem 76% da produção mundial desta cultura (FAO, 2015). A produção brasileira no ano de 2014 foi de 4,29 milhões de toneladas, para 2015 a estimativa é que seja de 3,46 milhões de toneladas (IBGE, 2015).

A composição nutricional do fruto é de, aproximadamente, 94-95% de umidade, baixo teor de matéria seca (5%), 2% de fibras, 1% de proteínas, açúcares redutores (glicose e frutose basicamente), ácidos orgânicos (málico, cítrico e ascórbico) (KOH; CHAROENPRASERT; MITCHELL, 2012; SHI; LE MAGUER, 2000). É também fonte de compostos antioxidantes, contribuindo com a ingestão diária desses compostos e faz parte da chamada “dieta do mediterrâneo”, comprovadamente rica em antioxidantes, associada à diminuição de doenças crônico-degenerativas (AGARWAL; RAO, 2000; RAO; AGARWAL, 1998; LENUCCI et al., 2006). Os principais antioxidantes no tomate são os carotenoides, principalmente licopeno que é responsável pela coloração vermelha do fruto; fenólicos (flavonoides e derivados do ácido hidroxicinâmico) e vitaminas C e E (BEUTNER et al., 2001; LEONARD et al., 2000; STEWART et al., 2000; KOTKOV; HEJTMNKOV; LACHMAN, 2009; VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2011).

Os mini tomates são variedades de frutos de tamanho reduzido (30 g), tipicamente arredondados ou alongados, dispostos na planta em cachos, com 8-18 ou mais frutos (ROCHA; PEIL; COGO, 2010). O principal cultivar disponível no mercado é o híbrido Sweet Grape, que possui sólidos solúveis de até 10° Brix e baixa acidez (pH médio 4,69), quando comparado a outras variedades de 4 a 5° Brix (Saladete, Santa Cruz) (SHIRAHIGE et al., 2010), o que lhe confere sabor adocicado e característico.

No que tange à matéria prima e seu valor nutricional e sensorial, as principais dificuldades relacionadas ao cultivo do tomate são as perdas na pós-colheita que chegam a 21% na cadeia produtiva do tomate e de 25 a 40% no setor hortícola (RINALDI, 2011). Devido a ser uma hortaliça climatérica altamente perecível e ter boa afinidade com a secagem, vem crescendo o uso de técnicas como a desidratação, com intuito de

aproveitar o excedente de produção e utilizar a matéria prima fora do padrão para o comércio do fruto *in natura* (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2003; NACHTIGALL et al., 2000; CAMARGO; HAJ-ISA; QUEIROZ, 2007; RAUPP et al., 2009).

O tomate desidratado, da forma como se tem no comércio, chegou ao Brasil, vindo de outros países, particularmente Espanha e Itália (CAMARGO; HAJ-ISA; QUEIROZ, 2007), e apresenta boa aceitação entre os consumidores brasileiros. O seu mercado formal tem uma produção em torno de 4 mil toneladas/ano e movimenta aproximadamente R\$ 1,2 milhão. O mercado consumidor é bem heterogêneo, amplo e diversificado, porém, restrito e concentrado nos grandes centros urbanos e nas classes sociais mais altas. É formado por lanchonetes, pizzarias, supermercados, padarias, restaurantes e pelo consumidor final (SEBRAE, 2015).

O tomate seco é um produto obtido através da desidratação de metades ou quartos do fruto até umidade intermediária (45-70%) de textura macia e que são consumidas como tal ou são acondicionadas com óleo vegetal (VENSKE et al., 2004). Os tomates secos encontrados no mercado apresentam variabilidade significativa quanto às características de textura e de cor. Esses parâmetros estão diretamente relacionados com a temperatura e o tempo de desidratação, e acabam influenciando na aceitabilidade do produto pelo consumidor (BORDERÍAS; MONTERO, 1988). Dentre as técnicas utilizadas para melhorar as características sensoriais dos produtos desidratados, a desidratação osmótica é bem vista como pré-tratamento à desidratação em estufa e tem apresentado bons resultados, pois além de reduzir, parcialmente, a atividade de água dos alimentos, diminui o tempo de desidratação e melhora a qualidade do produto final (BARONI, 2004).

Considerando que na cadeia produtiva do tomate há muitas perdas no período após a colheita, devido à alta perecibilidade da matéria prima, falta de destino aos excedentes de produção e crescente aceitação dos mini tomates, a elaboração de produto desidratado apresenta-se como uma alternativa às dificuldades e demandas apresentadas anteriormente e disponibiliza ao consumidor um produto sensorialmente diferenciado, que, por ser menos perecível, pode ser comercializado em qualquer período do ano. Também se observa a necessidade de tratamentos auxiliares ao processo de desidratação adiabática, como a desidratação osmótica, que mantém a qualidade microbiológica do produto durante o processo de desidratação, e o congelamento prévio, para romper a película e facilitar a retirada de água. Esse trabalho se justifica por promover modificações nas técnicas de desidratação e aplicar a nova técnica em duas diferentes variedades: o Italiano e o Sweet Grape.

2. OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar um processo produtivo de tomate seco com uma etapa nova, o congelamento prévio dos tomates, a partir de tomates Italiano e mini tomates Sweet Grape, pré-desidratados em solução osmótica e desidratados em secador adiabático de circulação de ar forçado, por meio de análises de composição centesimal, mineral, antioxidantes e sensorial dos frutos *in natura* e dos produtos desidratados, com vistas desenvolver um produto com vistas à preservação das características nutricionais e sensoriais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tomate

3.1.1 Aspectos de produção, classificação e industrialização

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é o segundo maior produto hortícola no mundo, sendo superado somente pela batata, devido, principalmente, à sua disponibilidade durante todo o ano, e consumo observado em todas as classes socioeconômicas, atingindo uma parcela considerável da população brasileira. Trata-se de uma das culturas nacionais de maior importância econômica, pois é a hortaliça mais industrializada na forma de inúmeros produtos, como extrato, polpa, pasta e, mais recentemente, o tomate seco, cujo mercado vem crescendo consideravelmente (ABREU et al., 2011a; 2011b).

De acordo com a legislação brasileira, o tomate é classificado de acordo com o formato do fruto em dois grupos: oblongo, quando o diâmetro longitudinal é maior que o transversal e redondo, quando o diâmetro longitudinal é menor ou igual ao transversal (BRASIL, 1995; 2002). Nas normas da Comissão Econômica Europeia (ECE, 2000) e do *Codex Alimentarius* (FAO, 2014), o tomate é classificado em quatro grupos: redondo, achatado com sulcos, oblongo ou alongado e tomate cereja, incluindo no último o tomate *cocktail*.

Os maiores produtores mundiais de tomate são: China, Estados Unidos, Índia, Turquia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México. Estes países respondem por 76% da produção mundial (FAO, 2015). Com relação à produção brasileira, o estado de Goiás é o maior produtor, contribuindo, em média, com 32,2% da produção total (1,02 milhões toneladas no ano de 2014), porém a produção deste estado é, na sua maioria, utilizada pela indústria. O tomate para consumo, ou chamado de mesa, tem grande produção principalmente no sudeste brasileiro (CAMARGO; FILHO, 2008). Os estados de São Paulo com 849 mil toneladas (17,2%) e Minas Gerais com 674 mil toneladas (11,7%), são os maiores produtores desta região e ocupam o segundo e terceiro lugar na produção nacional, respectivamente O Rio de Janeiro destaca-se como o sexto maior produtor brasileiro com 207 mil toneladas (5,1%). Desta maneira, a região sudeste do Brasil tem grande importância para a produção nacional, responsável por 39% da produção do país (IBGE, 2015).

Estima-se que 30% da produção sejam consumidos na forma de produtos transformados; o tomate, através de processamento adequado, dá origem a inúmeros produtos como tomate despelado, quebrado com diversos graus de intensidade, tomate seco, suco de

tomate, purê, polpa concentrada, extrato, *ketchup*, molhos culinários diversos, inclusive tomate em pó, este último sendo amplamente utilizado pelos processadores de alimentos (GEORGÉ et al., 2011). O tomate seco também tem grande aceitação por parte dos consumidores brasileiros (CAMARGO; QUEIROZ, 2003).

A expressiva industrialização se deve principalmente ao fato do tomate ser um fruto climatérico altamente perecível. Devido às condições de pós-colheita, transporte e armazenamento, chega a alcançar de 21% de perdas pós-colheita em sua cadeia produtiva (RINALDI, 2011). O fruto *in natura* tem vida útil de aproximadamente uma semana quando armazenado à temperatura ambiente (SANINO; CORTEZ; MEDEROS, 2003; FERREIRA et al., 2006).

3.1.2 Composição Nutricional e Mineral

A concentração de nutrientes do tomate varia consideravelmente de acordo com a variedade, fatores genéticos, grau de maturação, condições de solo e adição de fertilizantes. (ABUSHITA; DAOOD; BIACS, 2000; THOMPSON et al., 2000; GIOVANELLI et al., 2002; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; PROVAN, 2002). Os tomates contêm baixa caloria e gordura, possuem basicamente água, açúcar (glicose e frutose), ácidos (ácido acético, ácido láctico e ácido málico), vitamina C e provitamina A (representada pelo betacaroteno, um dos mais expressivos na conversão em vitamina A) e, também, traços de potássio, fósforo e ferro (FERREIRA, 2004; PEDRO, 2004; TONON; BARONI; HUBINGER, 2006).

Os componentes fornecedores de energia, como os carboidratos, são tão importantes quanto às vitaminas e minerais nos frutos. Os frutos apresentam açúcares e polissacarídeos (celulose e hemicelulose), contribuindo, esses últimos, na formação das fibras dietéticas (CHITARRA, 1994).

No tomate há quantidades pequenas de sais minerais e vitaminas, embora não seja a hortaliça mais rica nesses micronutrientes, é uma das maiores fornecedoras destes à dieta, devido à maior frequência de consumo quando comparado aos demais produtos olerícolas (NEVES, 1987).

O tomate também apresenta uma gama de antioxidantes naturais como: vitaminas C e E, folatos (classe de compostos pertencentes às vitaminas do complexo B), compostos fenólicos (quercetina, campferol, rutina, miricetina e naringenina), bem como ácidos fenólicos (gálico e clorogênico) e carotenoides, em particular licopeno e betacaroteno (HALLMANN,

2012; BAHORUN et al., 2004; LE GALL et al., 2003; SLIMESTAD; FOSSEN; VERHEUL, 2008; STEWART et al., 2000).

Em relação aos carotenoides, o tomate é considerado uma das mais importantes fontes destes na dieta ocidental, principalmente de licopeno e betacaroteno, sendo estes os principais responsáveis pela cor característica do fruto maduro (BEECHER, 1998; PERIAGO; GARCIA-ALONSO, 2009; GEORGE et al., 2004; SAHLIN; SAVAGE; LISTER, 2004; ILAHYA et al., 2011; PINELA et al., 2012; KALAC, 2009). Além dos nutrientes citados, também é importante fonte de minerais como cálcio e magnésio (GEORGÉ et al., 2011).

3.1.2.1 Minerais

A composição mineral do tomate depende tanto da quantidade e tipo de nutriente, quanto do solo, como já dito anteriormente, pois é necessário que este tenha quantidades adequadas de nutrientes. Alguns nutrientes, tais como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (chamados macronutrientes), são necessários em grandes quantidades, para melhor produção, pois suas concentrações são elevadas em tomates; outros, como boro, ferro, manganês, cobre, zinco e molibdênio (também chamados micronutrientes), são necessários em quantidades menores (SAINJU; DRIS; SINGH, 2003). Os minerais podem influenciar os níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados (FERREIRA et al., 2006).

O nitrogênio, macronutriente mineral primário, tem efeito maior e mais rápido sobre o crescimento das plantas. É importante na nutrição, crescimento e desenvolvimento de plantas, pois promove o desenvolvimento do sistema radicular o que melhora a absorção de outros nutrientes; tem papel importante no teor de sólidos solúveis do tomate, na acidez titulável e no teor de ácido ascórbico (KOONER; RANDHAWA, 1990; ARORA et al., 1993; RAO, 1994; CAMPBELL, 2000). Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1989) e Marschner (1995) este nutriente potencializa a síntese de proteínas, pois compõe as proteínas de todas as plantas, e de material genético (ácidos nucleicos), além de promover o crescimento vegetativo.

O fósforo, outro mineral analisado, é também importante para as plantas, pois é um dos macrominerais que mais limitam a produtividade das plantas, pois se concentra e é mobilizado para os tecidos em desenvolvimento. É tão importante quanto o nitrogênio para o crescimento e produtividade das culturas. Sua deficiência acarreta diminuição da colheita.

Desloca-se dos tecidos mais velhos para os mais novos, concentrando-se nos tecidos em desenvolvimento (EPSTEIN; BLOOM, 2004).

O potássio, tão relevante quanto nitrogênio e fósforo na nutrição mineral, é um dos nutrientes mais extraídos pela cultura do tomateiro e sua deficiência torna o crescimento da planta mais lento e produção de frutos com menor firmeza e qualidade. Está relacionado com a síntese de proteínas e de carboidratos, promove o armazenamento de açúcares e amido, além de estimular o crescimento vegetativo da planta, melhora a utilização da água e resistência a pragas e doenças (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989; MARSCHNER, 1995; SILVA et al., 2003).

Outro mineral muito importante analisado foi o cálcio. A deficiência deste mineral está relacionada a uma das principais anomalias na cultura do tomateiro, a chamada podridão apical, podendo ocasionar consideráveis perdas da produção (MATOS, 1972; SAURE, 2001). Tem função similar ao Boro na constituição da parede celular, e, portanto, têm sido estudados em conjunto (SANTOS et al., 1990). O cálcio é incorporado ao tecido foliar e é imóvel, daí a importância de suprimento constante para a planta. É importante também na ativação enzimática, regulação do movimento de água nas células e divisão celular (MALAVOLTA, 2006).

O magnésio está presente na molécula de clorofila e é um ativador de diversas enzimas envolvidas no metabolismo energético (carboidratos, gorduras e proteínas) (CARVALHO; BASTOS; ALVARENGA, 2004). Por estar presente em enzimas é fundamental em processos como fotossíntese, respiração, sínteses de compostos orgânicos e absorção iônica (MARSCHNER, 1995). O magnésio apresenta grande mobilidade, podendo se deslocar das folhas mais velhas para as mais novas (MALAVOLTA, 2006).

O zinco, absorvido na forma bivalente Zn^{2+} e transportado da raiz para as folhas, desempenha funções essenciais nas plantas, como ativador enzimático, na síntese do aminoácido triptofano, um dos responsáveis pelo crescimento dos tecidos das plantas, ainda está presente na rota bioquímica de síntese de lipídios e proteínas. A deficiência desse mineral acarreta diminuição do desenvolvimento e da produção (ROMUALDO, 2008; MALAVOLTA, 2006).

O ferro é micro mineral requerido em pequenas quantidades, essencial na manutenção da vida, é importante no metabolismo energético (fotossíntese e respiração) e outros processos vitais às células (FERREIRA; CRUZ, 1991; MARSCHNER; CROWLEY; RENGEL, 2011). Esse micronutriente influencia na formação de clorofila mesmo não sendo elemento estrutural da molécula, também participa na fixação do N_2 e na síntese de proteínas, além de participar

da formação de algumas enzimas (catalase, peroxidase, citocromo oxidase e xantina oxidase) (MALAVOLTA, 1980; MALAVOLTA; VITTI; OLIVERIA, 1997; GUERINOT; YI, 1994; MARENCO; LOPES, 2009).

O sódio é classificado como elemento benéfico, pois, quando presente promove o aumento da produtividade de algumas plantas. É absorvido na forma de cátion monovalente Na^+ e possui alta mobilidade nos tecidos vegetais. O seu excesso acarreta problemas de toxidez e com isso redução do crescimento e produtividade da planta. Pode substituir parcialmente o potássio em várias funções como: ativação enzimática da ATPase, osmorregulação, absorção de macronutrientes, permeabilidade das células, síntese de carboidratos, conversão da frutose em glicose, abertura e fechamento estomático, vigor de plantas e transporte de gás carbônico (CO_2) para as células das plantas C_4 (KORNDORFER, 2007).

Outro fator a se considerar é que os minerais apresentam grande importância na nutrição humana e alguns dos problemas de nutrição estão ligados às deficiências desta classe de nutrientes. Castillo-Durán e Fernando Cassorla (1999) em sua revisão sobre a importância dos minerais para o crescimento e desenvolvimento humano observaram que alguns distúrbios nutricionais e humanos se desenvolvem devido às deficiências de minerais. Constataram também que os problemas relacionados à deficiência de zinco, ferro, cobre, iodo e selênio são os mais estudados, sendo bem conhecidos e caracterizados. Além do que, algumas deficiências menos estudadas, mas que ocorrem, são ocasionadas por carência de manganês e cromo. Os autores ainda concluíram que os problemas nutricionais não são devido à deficiência de único mineral, mas sim a um conjunto de deficiências.

A ANVISA, por meio de resolução normativa (BRASIL, 2005), a FAO/OMS (FAO/OMS, 2001) e o Instituto de Medicina (IOM) (INSTITUTE OF MEDICINE, 2001) fixaram a ingestão diária recomendada (IDR ou DRI) de vitaminas e minerais. Os valores de enxofre estão na forma de sulfato e são sugestões, haja vista que não há um índice de ingestão recomendada para esse mineral; já para o mineral boro, os valores estão sob a forma de UL ou limite máximo de ingestão (nível de tolerância superior), pois também não apresenta valores de IDR. Para o alumínio a falta de IDR fez com que em 1989 a FAO/WHO apresentasse um relatório, elaborado pelo Comitê de Especialistas em Aditivos de Alimentos, recomendando o estabelecimento de limite máximo provisório para a ingestão semanal de alumínio (PTWI – Provisional Tolerable Weekly Intake) para humanos, correspondente a 7 mg de alumínio por kg de massa corporal (FAO/WHO, 1989). A Tabela 1 apresenta os dados de ingestão recomendada para os principais nutrientes minerais.

Tabela 1 - Ingestão Diária Recomendada (IDR) de nutrientes

Nutriente	IDR		
	Adultos	Crianças (0 a 10 anos)	Gestantes e Lactantes
Fósforo	700 mg	1000-1250 mg	1250 mg
Potássio	4,5-4,7g	0,4-3,8 g	4,7-5,1 g
Cálcio	1000 mg	300 -700 mg	1000-1200 mg
Magnésio	260 mg	36-100 mg	220-270 mg
Enxofre	800-1000 mg	100-500 mg	-
Ferro	14 mg	0,27-9 mg	15-27 mg
Manganês	2,3 mg	0,003-1,5 mg	2,0-2,6 mg
Cobre	900 µg	200-440 µg	100-1300 µg
Zinco	7 mg	2,8-5,6 mg	9,5-11 mg
Sódio	1,2-1,5 g	0,12-1,2 g	1,5 g
Boro	11-20 mg (UL)	3-6 mg (UL)	17-20 mg (UL)
Alumínio	-	-	-

Fonte: ANVISA, FAO/OMS e IOM (BRASIL, 2005; FAO/OMS, 2001; INSTITUTE OF MEDICINE, 2001).

Com relação à nutrição humana, o tomate é um fruto que, por si só e em pequenas quantidades, não fornece os micronutrientes nas quantidades exigidas para cada grupo de população.

3.1.2.2 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos cromatóforos poliênicos, responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha nas frutas e hortaliças. Mais de seiscentos já foram identificados, mas o enfoque nutricional é dado aos cinco principais carotenoides de maior concentração na corrente sanguínea: alfacaroteno, betacaroteno, licopeno, luteína e betacriptoxantina (ASTORG, 1997; HOLDEN et al., 1999; ALMEIDA-MURADIAN; PENTEADO, 2003; RAO; RAO, 2007; FERNÁNDEZ-GARCÍA et al., 2012).

A maioria deles pertence à família dos tetraterpenos e apresenta estrutura linear com 40 carbonos arranjados pela condensação de oito unidades de isoprenos, com 3 a 15 duplas ligações conjugadas que lhes conferem a propriedade de absorver luz nos comprimentos de onda entre 400 e 500 nm (CARVALHO, 2007; KRZYZANOWSKA; CZUBACKA;

OLESZEK, 2010). Nos cromoplastos das hortaliças, se concentram na forma cristalina (ex. tomates e cenouras) ou como gotículas de óleo (ex. manga e páprica) (KURZ et al., 2008). Podem pertencer a duas classes distintas: carotenos, quando são insaturados e apenas contem átomos de carbono e hidrogênio (hidrocarbonetos), a exemplo têm-se betacaroteno, alfacaroteno e licopeno; e xantofilas (oxicarotenoides), quando, além de átomos de carbono e hidrogênio, possuem, pelo menos, um átomo de oxigenio localizado no anel lateral, a exemplo tem-se a luteína e a zeaxantina (SHI; LE MAGUER, 2000; KRZYZANOWSKA; CZUBACKA; OLESZEK, 2010; ZARIPHEH; ERDMAN JUNIOR, 2002; ALMEIDA-MURADIAN; PENTEADO, 2003).

São as modificaoes na estrutura da molécula, ciclizaao de grupos terminais ou introduao de átomos de oxigenio, que modificam a coloraao dada pela molécula, bem como as propriedades antioxidantes e de provitamina A (RAO; RAO, 2007). As duplas ligaoes conjugadas ao anel aromático afetam a atividade antioxidante do composto carotenoides e a ciclizaao, por sua vez, afeta negativamente a intensidade de coloraao do carotenoides, portanto, carotenoides com maior tendência à ciclizaao apresentam coloraoes menos intensas (MELO, 2002; SILVA, 2001).

Os carotenoides são conhecidos pelo potencial antioxidante e capacidade de diminuir o risco de doença cardiac coronária, prevenao de certos tipos de câncer e problemas de visão. Carotenoides com nove ou mais ligaoes duplas conjugadas são capazes de quelar o oxigenio singlete, sendo o licopeno o mais eficaz. Este tem até o dobro de eficácia no poder quelante dos radicais livres como o oxigenio singlete; no entanto, não tem atividade provitamina A como o betacaroteno, devido à falta dos anéis aromáticos substituídos nas extremidades de sua cadeia (ASTORG, 1997; AGARWAL; RAO, 2000; KHACHIK et al., 2002; PAIVA; RUSSELL; DUTTA, 1999; RAO; RAO, 2007; ROCK, 1997; SINGH; GOYAL, 2008; SHI; LE MAGUER, 2000; XIANQUAN et al., 2005).

O betacaroteno, alfacaroteno e betacriptoxantina tem atividade provitamina A, sendo que o betacaroteno apresenta quase o dobro de atividade de vitamina A em relaao aos demais. A luteína e zeaxantina são os carotenoides relacionados a problemas de visão, e estão relacionados à proteao contra a degeneraao macular e catarata (MOELLER; JACQUES; BLUMBERG, 2000; SEDDON et al., 1994; SNODDERLY, 1995). O licopeno, mais conhecido por seu alto potencial antioxidante natural (DI MASCIO; KAISER; SIES, 1989), está relacionado com a proteao contra câncer e doenças cardiovasculares (CLINTON, 1998; GIOVANNUCCI, 1999; SIES; STAHL, 1996).

A luteína, presente em pequena quantidade no tomate, é um carotenoide diidroxilado pertencente à classe das xantofilas e pigmento macular (presente na macula e retina dos olhos) de coloração amarela que tem uma forte ação antioxidante (ALVES-RODRIGUES; SHAO, 2004; SHAMI; MOREIRA, 2004; SILVA, 2003). Este pigmento protege os fotorreceptores do tecido ocular ao filtrar a luz prejudicial à mácula, reduzindo a incidência da luz danosa à retina. A perda da sensibilidade visual em pessoas com idade avançada tem sido associada à baixa densidade deste pigmento macular na retina, fato esse que pode desencadear algumas doenças dos olhos, como a degeneração macular relacionada à idade (DMRI) (DAGNELIE; ZORGE; McDONALD, 2000). Alguns benefícios associados à luteína, além das evidências na redução do risco de desenvolvimento da DMRI, são a proteção contra a aterosclerose, a catarata, o câncer e outras doenças crônico-degenerativas (ALVES-RODRIGUES; SHAO, 2004; BROW et al., 1999; CHASAN-TABER et al., 1999; DELI et al., 2004). A concentração deste pigmento no sangue e nos tecidos oculares está estreitamente ligada ao consumo de alimentos fontes deste carotenoide como frutas e hortaliças folhosas verdes (SOUTHON; FAULKS, 2003). Com relação à estrutura química, a luteína e a zeaxantina apresentam estrutura química muito similar, ambas possuem o mesmo número de ligações duplas na cadeia, porém há uma diferença na posição de uma dessas duplas ligações no anel, esse fato faz com que a zeaxantina apresente uma dupla ligação conjugada a mais em relação à luteína e conseqüentemente configure um melhor antioxidante (STRINGHETA et al., 2006).

Outro carotenoide importante, também presente no tomate, é o betacaroteno que, diferentemente da luteína e do licopeno, é convertido em provitamina A, podendo ainda atuar como antioxidante, antiulcerativo gástrico, contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, além de fortalecer o sistema imunológico (BRITTON, 1995; GAMA; SYLOS, 2007). O betacaroteno, cuja fórmula é $C_{40}H_{56}$, é um hidrocarboneto cíclico, e sua ciclização coloca as duplas ligações fora do plano daquelas da cadeia poliênica, fazendo com que sua coloração seja menos intensa (laranja) na comparação com o licopeno (vermelho), embora ambos tenham 11 ligações (DA CRUZ, 2011). Este pode ser ainda encontrado em manga, algumas variedades de abóbora, cenoura e óleo de dendê (ALMEIDA; PENTEADO, 1987; ARIMA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; ARIMA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1990; AZEVEDO-MELEIRO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002; GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1989; GODOY; RODRIGUEZ-AMAYA, 1998; TRUJILLO-QUIJANO et al., 1990).

O licopeno, carotenoide majoritário no tomate, cuja fórmula química é igual do betacaroteno ($C_{40}H_{56}$) é um hidrocarboneto poliênico (poli-insaturado), alifático (de cadeia aberta), composto por 13 cadeias duplas, das quais 11 são conjugadas e 2 não conjugadas,

dando forma linear à estrutura, é acíclico e promove coloração vermelha nos vegetais e frutas. É completamente insolúvel em água, ligeiramente solúvel em óleo vegetal e solúvel em solventes orgânicos como clorofórmio, hexano, benzeno, dissulfeto de carbono e éter de petróleo (MAYER-MIEBACH et al., 2005; SIES; STAHL, 1996). Em plantas superiores, estão localizados em organelas subcelulares (cloroplastos e cromoplastos). Atuam como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas (KURZ; CARLE; SCHIEBER, 2008).

Na natureza, encontra-se predominantemente na forma *trans*, sendo esta a geometria termodinamicamente mais estável (GERMANO, 2000; RESENDE et al., 2004). No entanto, sete das suas ligações podem sofrer isomerização, para a forma mono ou poli-*cis* por influência do calor, da luz, ou por determinadas reações químicas, e por íons metálicos (Cu^{2+} e Fe^{3+}) que catalisam a sua oxidação. Assim, durante o processamento térmico e armazenamento, os derivados de tomate passam a possuir o licopeno *trans* entre 35 e 96% do licopeno total (CARVALHO, 2012).

As principais fontes de licopeno são tomate e derivados (80-90% dos pigmentos no tomate, incluindo *ketchup*, suco e molho de tomate), o fruto *in natura* apresenta, em média, $30 \mu\text{g g}^{-1}$ de licopeno; o suco de tomate, cerca de $150 \mu\text{g mL}^{-1}$ e o *ketchup*, em média, $100 \mu\text{g g}^{-1}$ do produto (IBGE, 2003; OLIVEIRA; PEREIRA; BERGAMASCO, 2004; RODRIGUES et al., 2003). Outras fontes são goiaba, melancia, mamão, pitanga, *grapefruit* dentre outros (PORCU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; NIIZU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003; SENTANIN; RODRIGUEZ-AMAYA, 2007). O licopeno possui maior absorção pós-cozimento e, principalmente, quando veiculado em meios oleosos, como molho de tomate (CARVALHO, 2012; SANTOS, 2008). Trata-se de potente agente antioxidante, sendo considerado o carotenoide com a maior capacidade sequestrante de oxigênio singlete, é duas vezes superior ao β -caroteno e dez vezes superior ao tocoferol ou vitamina E (SHI; LE MAGUER, 2000; MORITZ; TRAMONTE, 2006; GIOVANNUCCI et al., 2002; FRIEDMAN, 2002; MARKOVIC; HRUSKAR; VAHCIC, 2006). Apresenta grande capacidade sequestrante do radical livre, possivelmente devido à presença das ligações duplas não conjugadas, o que lhe oferece maior reatividade (SHAMI; MOREIRA, 2004; BIANCHI; ANTUNES, 1999). Por conta de sua elevada ação antioxidante, está ligado à prevenção da carcinogênese e aterogênese por proteger moléculas como lipídios, lipoproteínas de baixa densidade (LDL), proteínas e DNA (AGARWAL; RAO, 2000).

3.1.2.3 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são os principais fitoquímicos originados do metabolismo secundário das plantas (RANDHIR; LIN; SHETTY, 2004), sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, além disso, se formam em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV, agem na defesa química das plantas, contra patógenos e predadores e frequentemente servem como pigmentos para atrair agentes polinizadores (BRAVO, 1998; NACZK; SHAHIDI, 2004; BALLARD et al., 2010; TSAO; MCCALLUM, 2009).

São estruturas químicas que apresentam hidroxilas e anéis aromáticos, nas formas simples ou de polímeros, que conferem poder antioxidante. Esses compostos podem ser naturais ou sintéticos. Quando presentes em vegetais, podem estar na forma livre ou complexada a açúcares e proteínas. Dentre eles destacam-se os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos e os tocoferóis como os antioxidantes fenólicos mais comuns de fonte natural (ANGELO; JORGE, 2007). Flavonóis e flavonas são de particular interesse, uma vez que seu potencial antioxidante tem sido apontado, pela capacidade de sequestrar radicais livres (KAUR; KAPOOR, 2001; HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002; PARR; BOLWELL, 2000).

Além das propriedades já destacadas, apresentam vasta gama de atividades na fisiologia humana, como antialérgicos, anti-arterogênicos, anti-inflamatórios, antimicrobianos, antioxidantes, antitrombóticos e exibem efeitos cardioprotetores e vasodilatadores (BENAVENTE-GARCIA et al., 1997; MANACH et al., 2005; MIDDLETON; KANDASWAMI; THEOHARIDES, 2000; PUUPPONEN-PIMIÄ et al., 2001; SAMMAN; LYONS WALL; COOK, 1998).

Os flavonoides representam um dos grupos fenólicos mais importantes entre os produtos de origem natural. Essa classe de metabólitos é amplamente distribuída no reino vegetal (SIMÕES et al., 2004). A estrutura química dos flavonoides é baseada no núcleo flavilium, o qual consiste de três anéis fenólicos (AHERNE; O'BRIEN, 2002). Apresenta várias funções nas plantas, como a proteção contra a incidência de raios ultravioleta, proteção contra microrganismos patogênicos, ação antioxidante e inibição enzimática (SIMÕES et al., 2004; HARBORNE; WILLIAMS, 2000; HEIM; TAGLIAFERRO; BOBILYA, 2002). Sua ação antioxidante se dá devido as suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na absorção e neutralização de radicais livres responsáveis pelos danos no DNA e promoção de tumores (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004)

(MARCHAND, 2002), pois são quimicamente doadores de elétrons (BIRT; HENDRICH; WANG, 2001).

3.1.2.4 Ácido Ascórbico

O ácido ascórbico (AA) ocorre em quantidades significativas nas frutas cítricas, tomate, batata e em várias outras frutas e hortaliças. O teor no tomate equivale a 50 e 75% do teor contido na laranja e no limão, respectivamente (BALBACH, 1992).

Encontra-se em equilíbrio entre as formas reduzida e oxidada, ácido L-ascórbico e ácido L-dehidroascórbico, respectivamente, porém a forma oxidada é menos difundida nas substâncias naturais. A transformação do ácido ascórbico em ácido dehidroascórbico é reversível, permitindo que uma de suas substâncias possa sempre ser transformada na outra. Essa capacidade de transformação funciona como um sistema oxirredutor capaz de transportar hidrogênio nos processos de respiração, a nível celular (WELCH et al., 2003; TAVARES et al., 2000). Ambas as formas possuem atividade vitamínica idêntica, pois o ácido dehidroascórbico é facilmente reduzido no organismo e novamente retido como ácido ascórbico nos tecidos intracelulares. O processo de oxidação do ácido ascórbico acontece quando ocorre a perda de dois elétrons, levando à formação do ácido L-dehidroascórbico. (ROSA et al., 2007).

O ácido ascórbico ou vitamina C faz parte de um grupo de substâncias químicas complexas necessárias e trazem benefícios para o funcionamento adequado do organismo (TOLONEN, 1995; FETT, 2000; SILVA; GIORDANO, 2000); reduz o risco de ateroscleroses, doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer (HARRIS, 1996; LI; SCHELLHORN, 2007); é um antioxidante natural necessário à produção e manutenção do colágeno, atuando como antiescorbuto (doença que se manifesta inicialmente com hemorragias nas gengivas); participa na formação da hidroxiprolina; reduz o íon férrico a ferroso no trato intestinal; facilita a absorção de zinco e cobre; aumenta a resistência do organismo às infecções por proteger células e tecidos do ataque de patógenos; pode inibir o desenvolvimento de doenças cardíacas e de certos tipos de cânceres (MILANESIO et al., 1997, DUTRA DE OLIVEIRA; MARCHINI, 1998). Sua atividade antioxidante envolve a transferência de um elétron ao radical livre e a consequente formação do radical ascorbato (ROSA et al., 2007).

No entanto, é muito sensível e susceptível à destruição quando o produto é submetido a condições adversas de estocagem, altas e baixas temperaturas, baixa umidade relativa e

danos físicos (SANJINEZ-ARGANDOÑA et al., 2005; TORREGGIANI; BERTOLO, 2001). O ácido ascórbico pode perder a sua atividade devido a uma série de fatores, incluindo pH elevado, presença de luz, altas temperaturas, presença de íons metálicos como o Cu^{2+} e Fe^{+3} , espécies reativas do oxigênio (FENEMA, 2000). Em processos de conservação como a secagem, a degradação da vitamina C chega a ser de 100% (PADULA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1987; TORREGGIANI; BERTOLO, 2001).

3.2 Tomate Italiano

O tomate híbrido tipo italiano destaca-se pela sua alta produtividade, sabor, polpa espessa e pelas pencas uniformes ao longo da colheita; características importantes para uso industrial (ANDRADE, 2004). Normalmente, a indústria que processa tomate tem preferência pelo tomate oblongo que deve apresentar certas características morfológicas, como polpa vermelha e lustrosa; maturação uniforme; sem pedúnculo fisiologicamente desenvolvido; maduro; limpo; com textura da polpa firme e avermelhada; livre de danos mecânicos e fisiológicos; de pragas e doenças. Assim, um bom exemplo são os cultivares do grupo Santa Cruz e Italiano, que apresentam frutos de formato oblongo ou alongado (MONTEIRO, 2008).

3.3 Mini Tomate

A introdução do mini tomate no Brasil ocorreu por meio dos europeus, mais especificadamente os italianos vindos ao final do século XIX, e também por pássaros migratórios (AZEVEDO FILHO; MELLO, 2001). Segundo Carelli (2003), algumas variedades de Cerasiforme ou do tipo cereja, possivelmente também foram introduzidas por nativos durante seu deslocamento pela América do Sul. Segundo Filgueira (2008) e Carelli (2003), a espécie *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme (tomate cereja), que ocorre naturalmente na Região Andina, juntamente com outras espécies de tomateiro, é considerada uma das primeiras espécies cultivadas e a mais próxima das linhagens de tomateiros atualmente cultivadas.

O grande diferencial do mini tomate é ser muito saboroso e adocicado, a ponto de ser consumido como fruta ou como tira-gosto. Enquanto o tomate tradicional possui teor de sólidos solúveis entre 4 e 6 °Brix, as variedades cereja ou do tipo Grape possuem doçura suficiente para chegar entre 9 e 12 °Brix, que indica a concentração de sólidos solúveis representados pelo teor de açúcares. Isso faz toda a diferença e, pelo mundo, esse “tomatinho”

passou a ser consumido como uva, além de também enfeitar e dar um toque de classe nas saladas (ABH, 2012).

A utilização do mini tomate como adorno, aperitivo e na confecção de pratos diversos é uma opção a mais de consumo dessa hortaliça (GUSMÃO et al., 2000). O tomate do tipo cereja, como também é denominado, é incorporado em cardápios de restaurantes por serem pequenos e delicados, trazendo novos sabores e enfeites aos pratos e aperitivos, com vantagem de ter tamanho reduzido evitando desperdício (MACHADO; OLIVEIRA; PORTAS, 2003; ABRAHÃO et al., 2011; ROCHA et al., 2008; ALVARENGA, 2004; TRANI et al., 2003).

Existe uma grande variedade de mini tomates, obtida pela forma, redonda, piriforme ou ovalada; coloração, que vai do amarelo até o vermelho, passando pelo laranja; tamanho, com frutos de 3 a 30 g; mas, na maioria das vezes, apresentam frutos biloculares e suas pencas podem apresentar de 6 a 18 ou mais frutos (ALVARENGA, 2004).

Os consumidores consideram o mini tomate um produto de alta qualidade e com sabor reconhecidamente superior ao tomate de mesa tradicional. Por isso, geralmente, aceitam o preço mais elevado desse produto, que se deve, principalmente, ao superior custo de colheita e à pequena produção por área, quando comparado ao tomate de mesa tradicional (FERNANDES, 2005).

3.4 Mini Tomate Sweet Grape

Dentre os tipos de mini tomates no mercado, sobressaem os de formato arredondado ou tipo uva (Grape), de tamanhos reduzidos, destacando-se pela cor vermelho intensa ou amarela para alguns híbridos, alta firmeza, resistência à doença e pelo valor nutricional comparado a outros cultivares (SOUZA, 2007; JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011). Um dos híbridos que mais tem se destacado é o tomate Sweet Grape, pequeno e mais saboroso, tem conquistado muitos consumidores. A variedade tem ciclo de 60 dias, entre a plantação e o início da colheita, produzindo, a partir daí, continuamente, por seis meses. Cultivada em estufa, apresenta produtividade de 6 a 10 quilos por planta (JUNQUEIRA; PEETZ; ONODA, 2011).

O Sweet Grape foi desenvolvido pela empresa Sakata Seed Corporation, no Japão, e trazido ao Brasil no início da década de 2000, com frutos pequenos e alongados, peso médio 10 a 20 g, coloração vermelho intenso, tanto da casca quanto da polpa do fruto; baixo índice de acidez; casca lisa e fina; cachos grandes, bastante produtivos; teor de sólidos solúveis entre

6 e 10 °Brix e sabor característico; apresenta grande aceitação pelo consumidor e é indicado para uso em saladas ou consumo sem acompanhamento, como fruta *in natura*. E, com isso, há a perspectiva de aumento na produção desta variedade (HOLCMAN, 2009).

3.5 Tomate Seco

O processamento industrial de tomate inclui várias etapas de tratamento térmico, como a desidratação, aquecimento e pasteurização. Estes tratamentos visam inativar microrganismos ou enzimas, diminuir o teor de umidade e concentrar o produto, sempre com vistas a aumentar a sua vida útil. Durante os tratamentos térmicos, várias mudanças adicionais podem ocorrer e afetar a aparência, composição, valor nutricional e propriedades sensoriais em termos de cor, textura e sabor do produto (CAPANOGLU; BEEKWILDER; BOYACIOGLU; HALL; DE VOS, 2008). No entanto, os tomates transformados podem ter menor conteúdo de compostos benéficos à saúde quando comparados aos frescos (ABUSHITA; DAOOD; BIACS, 2000; TAKEOKA et al., 2001). Assim, a avaliação de processamento de alimentos é importante e necessária, e o processo como um todo deve preservar a atividade e biodisponibilidade destes compostos.

Popular na Itália, o hábito de consumo do tomate seco tem aumentado no Brasil. O tomate seco é um produto diferenciado, tanto no aspecto do processamento como na comercialização. Trata-se de tomates não inteiros desidratados até a umidade intermediária (45-70%), mantendo sua textura macia. O tomate seco é comercializado imerso em óleo vegetal e temperado com sal, alho, orégano e outros condimentos (MURARI, 2001). No Brasil, por tratar-se de um produto relativamente novo, o processamento é feito por pequenas e microempresas, em geral próximas às regiões produtoras. Os métodos utilizados ainda são bastante artesanais, com a preparação do tomate manual e a secagem realizada ao sol, em fornos convencionais e variados tipos de processos industriais que não são padronizados (SANTOS, 2008).

Algumas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de desenvolver técnicas para minimizar as alterações na cor, sabor, textura e perda de nutrientes e licopeno devido às condições de secagem aplicadas ao tomate (CORRÊA et al., 2008; TONON; BARONI; HUBINGER, 2006). Com relação ao estudo da secagem com vistas à preservação dos nutrientes, os autores Toor e Savage (2006) chegaram à conclusão de que os níveis de retenção ou degradação de compostos fenólicos durante o processo térmico de secagem do tomate podem variar não só com a temperatura, mas também com a cultivar. Segundo Santos-

Sánchez et al. (2012) o estudo de quantificação de licopeno, ácido ascórbico e compostos fenólicos totais em tomate pode ser considerado como indicador de qualidade do processo de secagem e as modificações nos níveis desses compostos podem afetar, além das propriedades nutricionais e funcionais, a cor e a qualidade sensorial do produto final.

3.5.1 Desidratação Osmótica

A desidratação osmótica é um processo importante que permite a remoção parcial de água por contato direto de um produto com um meio hipertônico. Isto dá origem a dois fluxos simultâneos e contracorrentes, de transferência de massa. Em um o fluxo de água deixa o produto e vai para a solução e no outro os solutos da solução osmótica vão da solução para o produto (LAZARIDES; KATSANIDIS; NICKOLAIDIS, 1995). O tipo de agente osmótico utilizado e, portanto, seu peso molecular e comportamento iônico, afeta fortemente a cinética de remoção de água e o ganho de sólidos. Os agentes osmóticos mais utilizados são sacarose e cloreto de sódio (ERTEKIN; CAKALOZ, 1996). Os produtos de tomate produzidos por desidratação osmótica apresentam várias vantagens, tais como maior preservação do conteúdo nutricional em relação a qualquer outro de método de secagem, pois esta tem pouco efeito sobre os vários compostos (SHI et al., 1997).

A desidratação osmótica de alimentos consiste na remoção parcial de água pela pressão causada quando o produto é colocado em contato com uma solução hipertônica de solutos (açúcar, sal ou ambos), diminuindo a atividade de água dos alimentos. Quando a fruta é colocada em solução hipertônica, a água passa através de suas paredes celulares à solução por meio do processo de osmose, e os sólidos e/ou solutos presentes na solução osmótica passam, por difusão, da solução para o produto (ABREU et al., 2011a).

A osmose tem sido bastante utilizada para tomate, é um pré-tratamento interessante para a secagem por minimizar alterações físicas e químicas do produto. Seu resultado é um produto com teor de umidade intermediário, boas características sensoriais, de textura que varia de macia até endurecida e que são consumidos somente desidratados ou acondicionados com óleo vegetal (TONON; BARONI; HUBINGER, 2006; GOMES; CEREDA; VILPOUX, 2007; HERRERA; GABAS; YAMASHITA, 2001; RAUPP et al., 2007) e boa aceitabilidade (MOTA, 2005).

A desidratação ou concentração osmótica tem sido considerada também uma alternativa para prolongar o período de consumo do fruto, evitar excesso de produção dos resíduos e uma alternativa de comercialização quando a oferta de tomate fresco é maior do

que a demanda. É um processamento considerado crescente nos últimos anos, devido a sua apreciação crescente na culinária brasileira (CAMARGO; HAJ-ISA; QUEIROZ, 2007).

O tipo de agente osmótico usado e, conseqüentemente, as características do produto, como peso molecular e comportamento iônico, afetam a cinética de remoção de água do produto, bem como o ganho de sólidos pelo produto (ERTEKIN; CAKALOZ, 1996; ISLAM; FLINK, 1982; LENART; FLINK, 1984; LERICI et al., 1985).

3.5.2 Desidratação Adiabática

O processamento para obtenção de tomate seco envolve outra importante operação unitária que é a secagem. É definida como a remoção de líquido de um sólido por evaporação. Nos processos de secagem, o material úmido está em contato com o ar insaturado e o resultado é a diminuição do conteúdo de umidade deste material e a umidificação do ar. Então a secagem tem por finalidade a redução da umidade de um produto a um nível desejado (STRUMILLO; KUDRA, 1986).

A secagem reduz a atividade de água e, conseqüentemente, a ação microbiana, reações enzimáticas do produto e aumenta a vida útil. Neste sentido, diversos trabalhos exploram principalmente a industrialização de alimentos (FLORO, 2004).

Em secador contendo bandeja de superfície contínua e circulação de ar, o calor é transferido a partir do equipamento para o produto pelo mecanismo de convecção (ar quente) e condução (superfície aquecida). Quando o alimento úmido é aquecido, a água que ele contém passa ao estado de vapor, sendo arrastada pelo ar em movimento; o gradiente de pressão de vapor gerado entre o ar e o alimento proporciona uma força impulsora que permite a eliminação de mais água a partir do alimento; com a evolução da desidratação, a água migra à superfície do alimento em velocidade menor comparada com aquela da água que evapora a partir dela, e é nessa fase, caracterizada também pelo ressecamento na superfície do alimento e aumento de sua temperatura, que ocorre uma redução na qualidade do produto alimentício (RAUPP et al., 2007). Os defeitos mais comuns dos alimentos desidratados dessa maneira são a dureza excessiva, dificuldade de reidratação bem como a degradação da cor, aroma e sabor (FELLOWS, 1994).

Gava (2002) e Silva (2000) relataram que os equipamentos utilizados na desidratação de alimentos são agrupados em duas categorias distintas: os desidratadores adiabáticos, que fornecem calor por meio de ar quente, e os desidratadores por contato, que fazem a transferência de calor via superfície sólida. Nos adiabáticos estão inclusos os de cabine, túnel,

atomizador (*spray-dryer*), leite fluidizado e os fornos secadores, enquanto que para os desidratadores por contato cita-se o secador de tambor.

Existem os desidratadores a vácuo, como a liofilização, cujo processo é baseado na transformação direta da água no estado sólido do alimento congelado em vapor, sem passar pelo estado líquido (sublimação do gelo). Isso ocorre com a temperatura e pressão de vapor da água inferior à do ponto triplo; esse ponto refere-se ao ponto em que coexistem os três estados físicos da água e cujo valor é 0,0099°C e 4,58 mmHg. Portanto, é um processo físico. Esse desidratador tem sido menos usado na indústria de alimentos, devido ao difícil manuseio e custos elevados com equipamentos e operação (baixas temperaturas e vácuo) em relação aos outros tipos de desidratadores (ANDERSON, 1992; GAVA, 2002; ORDÓÑEZ, 2005; SILVA, 2000; BOSS, 2004; PEREDA, 2005).

Produtos de tomate desidratados (ou seja, as metades, fatias, quartos e pós de tomate, em geral produtos de umidade final <15%) são comumente secos em altas temperaturas de 60 a 110°C, por períodos de 2 a 10 h e na presença de oxigênio, o que demonstra maior sensibilidade aos danos oxidativos e perdas nutricionais (ZANONI et al., 1999). A secagem sob fluxo de ar quente pode causar danos ao produto, devido à aplicação de calor sem controle do processo, representados, por exemplo, por uma acentuada perda de ácido ascórbico e perdas sensoriais, as quais resultam em alterações de cor e aparência indesejáveis de tomates secos (ZANONI et al., 1999). No entanto, dependendo das condições de processo, compostos fenólicos e licopeno podem ser aumentados e/ou preservados. E segundo Romero et al. (1997) a aplicação de temperatura inferior a 65°C para obtenção de umidade residual baixa preserva melhor a cor e o sabor, porém, torna o processo extremamente demorado.

3.5.3 Uso de Antioxidantes

Esta etapa do processamento tem o propósito de preservar a coloração característica nos mini tomates desidratados pelo processo de desidratação adiabática, visando à redução do escurecimento do produto, por meio de aplicação de soluções antioxidantes como ácido cítrico, ácido ascórbico e metabissulfito de sódio. Haja vista que o escurecimento enzimático de vegetais se inicia em resposta a injúrias físicas e fisiológicas (impactos, abrasões, injúria pelo frio, excesso de CO₂) como resultado da oxidação de compostos fenólicos. As lesões provocadas durante o processamento levam ao colapso celular e à consequente

descompartimentação dessas células, promovendo o contato dos compostos fenólicos com enzimas associadas ao escurecimento (PORTE; MAIA, 2001; VILAS BOAS, 2002).

Os sulfitos são os inibidores mais amplamente utilizados na prevenção do escurecimento enzimático em todo o mundo. Os agentes sulfitos incluem o dióxido de enxofre (SO_2) e as várias formas de sulfito inorgânico que liberam SO_2 como: dióxido de enxofre (SO_2); sulfito (SO_3); bissulfito (HSO_3) e metabissulfito (S_2O_5). Possuem características diferenciadas e amplas, como a atividade antimicrobiana e inibem reações de escurecimento enzimático e não enzimático. Atuam na enzima polifenoloxidase, ligando um grupo sulfídrico no local ativo da enzima (MARSHALL; KIM; WEI, 2000).

Há uma tendência mundial para diminuir, e até mesmo finalizar o uso de metabissulfito, pelo fato de ser hipoalergênico. No entanto, em pequenas quantidades, não ultrapassado o limite máximo preconizado em legislação de $0,02 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ (0,02 % ou 200 ppm) para vegetais desidratados (ANVISA, 2013), juntamente com o ácido ascórbico, ocorre o efeito sinérgico, havendo maior eficiência do que os mesmos usados separadamente e em doses maiores (LOURENÇO, 2011).

O ácido cítrico é um dos aditivos mais utilizados na indústria de alimentos por ser relativamente barato e tratar-se de um ácido fraco (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; MARSHALL et al., 2000), pode ser utilizado como antioxidante e quelante, sendo usado sinérgicamente, com outros ácidos e seus sais neutros, para quelar peroxidantes e inativar enzimas como a polifenoloxidase (AGUILA, 2004).

O ácido ascórbico previne o escurecimento enzimático e outras reações oxidativas, também atua como quelante (sequestrador) de enzimas oxidativas (polifenoloxidase) (WILEY, 1994). O uso do ácido ascórbico como antioxidante, além de ser totalmente seguro para consumo humano, barato e bem aceito pelos consumidores, pode aumentar o teor de vitamina C. Sua adição em conjunto com o ácido cítrico tende a manter o pH do meio mais estável (mais ácido) (SAPERS; MILLER, 1998).

4. MATERIAL E METODOS

As amostras de tomate Italiano *in natura* foram adquiridas no comércio local na cidade de Piracicaba/SP. Os mini tomates Sweet Grape *in natura* foram adquiridos da empresa Sakata na região produtora do interior do estado de São Paulo. A desidratação dos tomates, Italiano e Sweet Grape, foi realizada na planta piloto do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) - Piracicaba (SP).

Para o processamento, os frutos *in natura* foram selecionados, higienizados e sanitizados, em seguida, congelados a -22°C , para preservar a matéria prima. No caso do Sweet Grape, como seriam desidratados inteiros, o congelamento serviu para romper a película e facilitar a desidratação posterior; os tomates da variedade Italiano foram cortados em quatro partes. Por fim, os tomates desidratados foram, ao final do processamento, condicionados em embalagens aluminizadas, revestidas e polietileno (dimensões: 215 x 175 mm; capacidade: 500 g) e congelados a -22°C por 10 dias, no aguardo das análises, para preservar os nutrientes e a matéria prima.

4.1 Desidratação dos Tomates

O processamento realizado segundo Correia et al. (2015) no tomate Sweet Grape e no Italiano, primeiramente consistiu na desidratação osmótica, na qual 8 kg de tomates foram imersos em solução osmótica (70° Brix) de cloreto de sódio e açúcar invertido nas quantidades de 400 g e 31,6 kg, respectivamente, até concentração de 75° Brix da solução final (na proporção tomate e solução de 1:4) por um período de 40 minutos a 25°C .

Os tomates foram drenados por 3 minutos em peneiras para retirar o excesso da solução osmótica, dispostos em bandejas perfuradas e, posteriormente, transferidos para o secador convectivo adiabático com circulação de ar. Essa parte do processamento foi realizada em duas etapas: 80°C por 2 horas, e depois a temperatura foi diminuída para 70°C , a qual permaneceu por 11 horas. Após o término do período de secagem a fonte de calor foi desligada e mantida apenas a circulação de ar para promover o resfriamento do produto até atingir a temperatura ambiente. Em seguida o produto foi acondicionado em embalagens de aluminizadas, revestidas e polietileno (capacidade: 500 g) e congelados a -22°C por 10 dias no aguardo das análises. Para a análise sensorial, o produto desidratado foi armazenado sob-refrigeração a 10°C por dois dias até a realização da análise.

As etapas do processamento e análises são apresentadas na forma de fluxograma (Figuras 1 e 2).

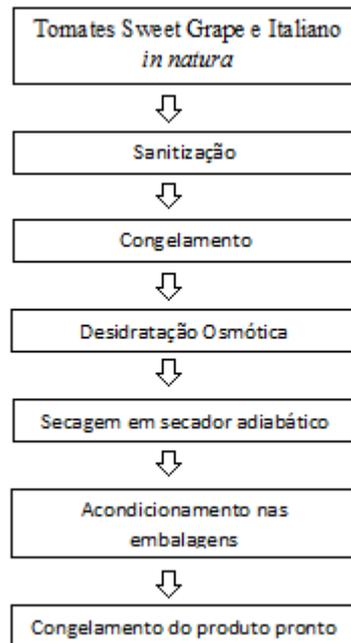


Figura 1. Fluxograma do Processamento

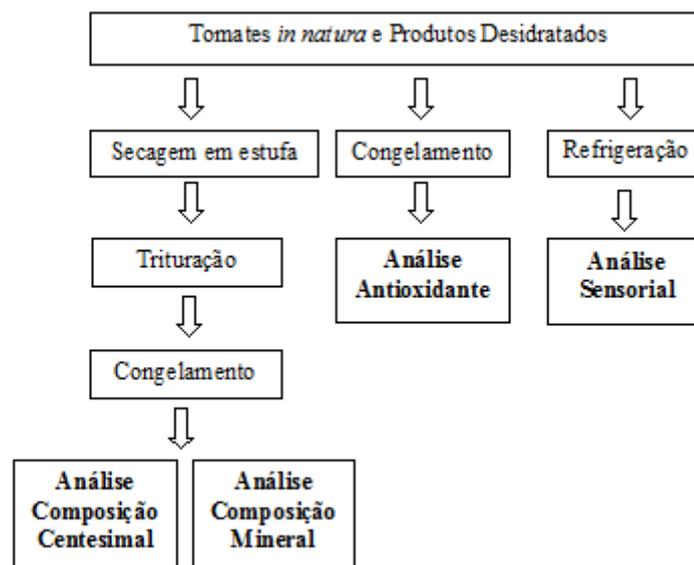


Figura 2. Fluxograma das Análises

A unidade experimental no estudo foi o efeito da desidratação osmótica e adiabática em duas variedades de tomate, Italiano e Sweet Grape, sendo constituída de três repetições para as análises.

4.2 Composição Centesimal

Para as análises de composição centesimal utilizou-se amostras de tomate Italiano *in natura*, tomate Italiano desidratado, mini tomate Sweet Grape *in natura*, e mini tomate Sweet Grape desidratado que estavam armazenadas congeladas a -22°C . As amostras foram secas em estufa a 50°C por dois dias, para não haver caramelização dos açúcares, nem degradação dos nutrientes, e trituradas separadamente em liquidificador, homogeneizadas e novamente condicionadas congeladas a -22°C . A composição centesimal realizada nas amostras envolveu: umidade, cinzas, extrato etéreo (lipídios), proteínas, fibra alimentar (solúvel e insolúvel) e carboidratos.

4.2.1 Umidade

Para a determinação da umidade foi utilizado o método gravimétrico a partir do qual se determina a perda de massa da amostra seca e triturada, em triplicata, submetida ao aquecimento a 90 - 100°C em estufa (FANEM, 315/5, Brasil), até massa constante, segundo método da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2006). Os resultados foram expressos em porcentagem de umidade (%U) ou gramas de água em 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida.

4.2.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por amostragem de 2 g de material seco e triturado, em triplicata, utilizando-se forno mufla (QUIMIS, Q318.24, Brasil) regulado a 550°C , por um período de 48 h (AOAC, 2006). Os resultados foram expressos em porcentagem de cinzas ou gramas por 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida.

4.2.3 Extrato Etéreo

A determinação de lipídios foi realizada por amostragem de 2 g de material seco e triturado, em triplicata através da extração com solvente hexano no aparelho Soxhlet (MARCONI, MA 487/6/250, Brasil) durante 8 h. O resíduo de solvente que permaneceu na fração lipídica foi removido utilizando-se estufa de circulação de ar a 105°C, segundo o método Bc 3-49 da American Oil Chemists Society (AOCS, 2003). Os resultados foram expressos em porcentagem de lipídios ou gramas por 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida.

4.2.4 Proteína bruta

A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldal (micro), determinando-se o nitrogênio da amostra seca, com o valor 6,25 como fator de conversão nitrogênio/proteína (AOAC, 2005). A quantificação foi feita pesando-se 0,1 g de produto seco e na sequência realizou-se a digestão com 5 ml de solução digestora por 8 horas em bloco digestor (TECNAL, TE040-25, Brasil). Em seguida completou-se o digerido com 5 ml de água destilada e fez-se a destilação com 15 ml de hidróxido de sódio 1 N em erlenmeyer contendo 5 ml de ácido bórico como indicador em destilador de nitrogênio (TECNAL, TE 036 E, Brasil). O conteúdo do Erlenmeyer, inicialmente rosa, ao receber o destilado, dobrou de volume e ficou azul. Este então foi titulado com ácido sulfúrico 0,02 N. Anotou-se o volume para o cálculo. Os resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta ou gramas por 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida.

4.2.5 Fibra Alimentar

A presença das fibras foi determinada pelo método gravimétrico-enzimático segundo Asp et al. (1983) com 1 g de amostra seca e triturada, em triplicata, na qual acrescentou-se tampão fosfato pH 6,0 e a enzima alfa-amilase, aqueceu-se a mistura por 15 minutos a 100°C em banho com agitação (TECNAL, TE 093, Brasil). A mistura foi resfriada e adicionada de água, o pH foi ajustado a 1,5 com HCl 4 M e então adicionou-se a enzima pepsina. Incubou-se por 1 hora a 40°C em agitação. Em seguida, acrescentou-se água, ajustou-se o pH para 6,8

com NaOH 4 M e na sequencia adicionou-se a enzima pancreatina. Novamente a mistura foi incubada a 40°C por 1 hora com agitação. Por fim o pH foi ajustado para 4,5 com HCl 4 M. Essa mistura foi filtrada em cadinho de placa porosa (fibra insolúvel) e em seguida levado a estufa por uma noite a 105°C (FANEM, 315/5, Brasil). O filtrado foi adicionado de álcool 95% até volume final de 400 ml e permaneceu por uma noite em geladeira. Após esse período foi filtrado em cadinho de placa porosa (fibra solúvel) e também levado à estufa por uma noite a 105°C, depois de resfriados, os cadinhos foram pesados. Em seguida duas repetições dos cadinhos foram levadas em mufla a 550°C (QUIMIS, Q318.24, Brasil) por uma noite e, depois de resfriados, foram pesados; a 3ª repetição foi usada para determinação da proteína da fibra. Os resultados foram expressos em porcentagem de fibras (solúvel + insolúvel) ou gramas por 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida.

4.2.6 Carboidratos

A quantificação dos carboidratos, expressa em porcentagem de carboidratos totais ou grama em 100 gramas de produto ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) em base úmida, foi feita através do cálculo de diferença a seguir, que leva em consideração os demais componentes determinados:

$$\% \text{Carboidratos} = 100 - (\% \text{Umidade} + \% \text{Cinza} + \% \text{Extrato Etéreo} + \% \text{Proteínas} + \% \text{Fibras})$$

4.3 Composição Mineral

Para as análises de composição mineral foram utilizadas amostras de tomate Italiano *in natura*, tomate Italiano desidratado, mini tomate Sweet Grape *in natura* e mini tomate Sweet Grape desidratado que estavam armazenadas congeladas a -22°C. As amostras foram secas em estufa a 50°C por dois dias, para não haver caramelização dos açúcares nem degradação dos nutrientes, e trituradas separadamente em liquidificador, homogeneizadas e novamente condicionadas congeladas a -22°C.

Os macro e micronutrientes, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco, sódio, e alumínio, foram determinados pela metodologia baseada na AOAC Internacional (AOAC, 2005) utilizando digestão nitro-perclórica e realizada a leitura de absorvância em espectrofotômetro de absorção atômica (modelo 3110, Perkin Elmer, Norwalk, CT, EUA). Para determinação do nitrogênio, a metodologia empregada foi digestão sulfúrica. Na determinação de boro a metodologia utilizada foi digestão seca em mufla. Os

resultados foram expressos em miligramas por 100 gramas de produto ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) em base úmida.

4.4 Compostos Antioxidantes

Para as análises de antioxidantes (compostos fenólicos totais, luteína, betacaroteno, licopeno e ácido ascórbico) utilizou-se amostras de frutos Italiano e Sweet Grape *in natura* e amostras de produtos desidratados (tomate Italiano e Sweet Grape) congelados a $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.4.1 Compostos Fenólicos

A determinação dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com Genovese et al. (2003). As amostras foram reidratadas, os tomates *in natura* foram reidratados na proporção de 1:4 (30 g de tomate com 120 g de água), os tomates desidratados foram reidratados na proporção de 1:2 (50 g de tomate desidratado com 100 g de água), extraídos com etanol 80% utilizando-se um dispersor Ultra Turrax (IKA, Alemanha) na proporção 1:2 (20 g da amostra reidratada com 40 g do extrator). Os extratos obtidos foram filtrados em filtro de papel e o volume completado até 50 mL. Depois, 0,5 mL do extrato, foram adicionados ao tubo com 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu puro. Decorridos cinco minutos à temperatura ambiente, adicionou-se 2,0 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3 20%) e imediatamente os tubos foram incubados em temperatura ambiente, durante 2 horas, para o desenvolvimento da cor. Realizou-se a leitura no espectrofotômetro (JKI, JK-UVS-752N, China) a 765 nm. O ácido gálico foi utilizado como padrão e os resultados expressos em miligramas de equivalente ácido gálico em 100 gramas de produto ($\text{mg EAG } 100\text{ g}^{-1}$). Para cada amostra, realizou-se o procedimento em triplicata.

4.4.2 Carotenoides: Luteína, Betacaroteno e Licopeno

O protocolo para essa análise contou com o equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE ou HPLC) (SHIMADZU, LC Prominence 20A) com detector de arranjo de diodos (SHIMADZU, SPD- M20A), coluna C30 para carotenoides (YMC, YMC C30 Carotenoid, 5,0um x 250mm x 4,6mm). A extração dos carotenoides foi realizada segundo Rodriguez-Amaya (2001). Para a extração pesou-se 0,5 g da amostra homogeneizada

do fruto *in natura* e do produto desidratado congelado, foi transferida para graal de porcelana e adicionada de uma medida de celite (10 g). O solvente utilizado para a extração dos carotenoides foi acetona resfriada em volume de 40 ml. Em seguida, realizou-se a maceração e a mistura obtida foi então filtrada a vácuo em funil de placa sintetizada para um kitassato de 500 mL. O extrato cetônico do kitassato foi transferido para o funil de separação contendo aproximadamente 15 ml de éter de petróleo. Para remoção total da acetona e transferência dos carotenoides para o éter de petróleo, foram feitas duas lavagens com 250 ml de água destilada. Após a lavagem ocorreu a separação do extrato de éter de petróleo (fase superior) e a água na (fase inferior) do funil de separação.

O extrato foi filtrado em funil com lã de vidro e sulfato de sódio anidro recolhendo o filtrado para tubo âmbar de volume 25 ml. Em seguida o solvente foi removido sob fluxo de nitrogênio até à secagem. Para a injeção em HPLC, ressolubilizou-se o conteúdo com metanol e éter metil terc-butílico (MTBE) pureza cromatográfica. Em seguida, uma alíquota de 1,0 ml foi filtrada com seringa em filtro de 0,2 μm e 13 mm para vial próprio para injeção em HPLC, sendo acondicionados na ordem de injeção no equipamento. O volume de injeção utilizado foi de 20-40 μL . Os resultados foram expressos em microgramas por grama de produto ($\mu\text{g g}^{-1}$) e os dados foram analisados pelo software Labsolutions.

4.4.3 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

O ácido ascórbico foi determinado pelo método titulométrico de Tillmans modificado por Benassi e Antunes (1988), que se baseia na redução do 2,6-diclorofenol-indofenol-sódio (DCPIP) pelo ácido ascórbico. Foram adicionadas 10 gramas de uma diluição homogênea (1 parte de tomate: 3 partes de água destilada) em Erlenmeyer, com 50 mL de ácido oxálico a 1% e, posteriormente o conteúdo foi filtrado em balão de 25 ml e completado com ácido oxálico, depois realizou-se a titulação de 10 ml do filtrado do balão com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol a 0,2%, até atingir a coloração rosa persistente por 15 segundos. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido ascórbico por 100 gramas da amostra ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

4.5 Análise Sensorial

O projeto foi submetido à apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) sob o processo 115.

O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (LAN) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ da Universidade de São Paulo – USP. A análise sensorial foi realizada pelo teste de aceitação com escala hedônica numérica estruturada de 9 pontos (IFT, 1981; LAND; SHEPHERD, 1998; ABNT, 1998), em que os extremos são correspondentes a 1- desgostei extremamente e 9- gostei extremamente, para os atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global. Realizou-se, também, o teste de intenção de compra (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1987; STONE; SIDEL, 1993) com escala hedônica de 6 pontos, variando desde 1- certamente não compraria a 6- certamente compraria, com 50 provadores, 35 mulheres e 15 homens, da faixa etária de 20 a 50 anos, representada por discentes, docentes e funcionários da ESALQ, que estavam cientes do experimento conduzido pela concordância com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O critério de inclusão e exclusão do sujeito da pesquisa foi estabelecido em aplicar os testes sensoriais aos que apreciam o produto tomate desidratado, e não apresentam nenhuma restrição ou aversão em estar consumindo o produto.

O preparo realizou-se de acordo com os critérios estabelecidos nos procedimentos de Boas Práticas, para garantir as condições higiênico-sanitárias e segurança do produto e após aprovação das análises microbiológicas. As amostras foram servidas na forma de fatias de tomate desidratado, ou seja, da forma como foram desidratados e acondicionados, em pratos com código de três dígitos. A apresentação das duas amostras foi do tipo monádica, a qual o provador recebe uma amostra de 10 g por vez para avaliação, sendo o Sweet Grape desidratado a primeira amostra a ser avaliada pelos provadores. Os provadores analisaram as amostras sob luz de lâmpada fluorescente.

O modelo da ficha do teste sensorial composto pela aceitação e intenção de compra é apresentado na sequência (Figura 3).

Nome:	Data:
Você está recebendo uma amostra de tomate seco. Por favor, avalie o quanto você gostou ou desgostou da amostra por meio da escala abaixo:	
1- Desgostei extremamente	Aparência: _____
2- Desgostei muito	Cor: _____
3- Desgostei moderadamente	Aroma: _____
4- Desgostei ligeiramente	Sabor: _____
5- Indiferente	Textura: _____
6- Gostei ligeiramente	Impressão Global: _____
7- Gostei moderadamente	
8- Gostei muito	
9- Gostei extremamente	
Agora, faça a avaliação de intenção de compra usando a escala abaixo:	
1- Certamente não compraria	Intenção de Compra: _____
2- Provavelmente não compraria	
3- Talvez não compraria	
4- Talvez compraria	
5- Provavelmente compraria	
6- Provavelmente compraria	

Figura 3. Modelo da Ficha de Avaliação Sensorial

4.6 Análise estatística

Os resultados de composição centesimal, mineral, antioxidantes e análise sensorial foram analisados pelo SAS System for Windows, versão 9.2 (SAS Institute, Cary, NC, EUA) e submetidos a análises de variância (ANOVA) pelo Teste F, e as médias foram comparadas entre si pelo teste de comparação múltipla de Tukey, a 5% ($p < 0,05$) de probabilidade, para determinar diferenças significativas entre as amostras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição Centesimal

Os resultados para os parâmetros de composição centesimal estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição Centesimal de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e *in natura* (% ou g 100 g⁻¹ em base úmida, valores médios, \pm DP, n = 3).

	Tomate Italiano	Tomate Italiano Desidratado	Tomate Sweet Grape	Tomate Sweet Grape Desidratado
Umidade	93,37 \pm 0,17 a	49,57 \pm 0,18 b	92,03 \pm 0,35 a	44,89 \pm 1,82 c
Cinzas	0,53 \pm 0,02 a	0,28 \pm 0,05 c	0,51 \pm 0,02 a	0,40 \pm 0,03 b
Extrato Etéreo	0,20 \pm 0,01 a	0,07 \pm 0,02 c	0,21 \pm 0,02 a	0,13 \pm 0,01 b
Proteínas	0,28 \pm 0,00 a	0,11 \pm 0,01 b	0,25 \pm 0,03 a	0,14 \pm 0,04 b
Fibra Alimentar	2,02 \pm 0,03 a	0,66 \pm 0,04 d	1,68 \pm 0,06 b	0,96 \pm 0,02 c
Carboidratos	3,43 \pm 0,14 b	5,51 \pm 0,10 a	5,41 \pm 0,33 a	5,66 \pm 0,29 a

Letras diferentes na horizontal diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

Média da triplicata \pm DP

Ao analisar os resultados de umidade, pode-se observar que os tomates *in natura*, tanto Sweet Grape quanto Italiano, apresentaram umidades próximas, 93,37% para o Italiano e 92,03% para o Sweet Grape, sem diferença estatística entre os resultados. Segundo a tabela de composição centesimal do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (USDA, 2014) e a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) elaborada pelo núcleo de estudos e pesquisas em alimentação por pesquisadores da Universidade de Campinas (NEPA/UNICAMP) (NEPA, 2004), os valores de umidade para tomate *in natura* devem ser de 94,5-95,1% respectivamente, ou seja, um alto conteúdo em umidade é esperado para essa matriz, quando esta não sofre transformações (secagem, por exemplo).

Os dois produtos desidratados estudados apresentaram média de 49,57% e 44,89% para tomate Italiano e Sweet Grape desidratados, respectivamente, sendo estes dois valores estatisticamente diferentes entre si. Portanto o Sweet Grape desidratado alcançou umidade significativamente menor que o outro produto, sendo essa diferença de umidade devido, principalmente, à variedade de tomate, bem como forma, tamanho e geometria do fruto que acabam por influenciar no tempo de desidratação, pois frutos maiores acabam por levar mais tempo para chegar à umidade desejada de 40-50%, e nos frutos maiores (Italiano) observou-se a necessidade de corta-los em quatro partes para que ficassem por igual tempo (em comparação ao Sweet Grape) na desidratação adiabática. Esses fatores por consequência resultam em perdas de umidades diferentes, e demonstraram que o Sweet Grape, pelo seu tamanho reduzido foi mais eficaz na remoção de água.

Borguini (2006) ao estudar tomates variedade Carmen observou umidade de 95,73-95,63%. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram oito variedades de tomate, dentre elas três do tipo cereja, e encontraram umidade média entre 92,6-96%. Abreu et al. (2011a) avaliaram produtos desidratados de tomate e chegaram a médias de umidade entre 39,2-66,6%. Munhoz et al. (2011), em estudo de tomate seco obtido somente por secagem em estufa, utilizaram a temperatura de 70°C por 10 horas e chegaram a umidade de 45%. Diante dos resultados obtidos e dos estudos apresentados, observa-se que os tomates *in natura* apresentam alto teor de umidade e próximos da literatura, enquanto os produtos desidratados alcançaram umidades baixas como esperado e próximas entre si, o que garante maior vida útil dos produtos. O Sweet Grape, quando desidratado, apresentou menor umidade, fato que proporciona melhor conservação à temperatura ambiente devido à baixa atividade de água.

Na análise de cinzas, obteve-se o resultado 0,51 e 0,53 g 100 g⁻¹ para os tomates *in natura* Sweet Grape e Italiano, respectivamente, não havendo diferença estatística entre as variedades de tomate *in natura*. Ao consultar as tabelas de composição centesimal, TACO e USDA para tomate *in natura*, observa-se teor de cinzas de 0,5 g 100 g⁻¹ (NEPA, 2004; USDA, 2014). Os resultados para os produtos desidratados foram 0,28 e 0,40 g 100 g⁻¹ para tomate Italiano e Sweet Grape desidratados, respectivamente, havendo diferença estatística significativa entre os dois produtos desidratados e ambos diferiram do fruto *in natura*.

Monteiro et al. (2008) obtiveram teor médio de 0,41 g 100 g⁻¹ para tomates variedade Italiano *in natura*. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) encontraram em tomates e mini tomates frescos, teor de cinzas de 0,75 e 0,9 g 100 g⁻¹, respectivamente. Abreu et al. (2011a) avaliaram tomates desidratados e chegaram a médias de cinzas entre 0,3-0,41 g 100 g⁻¹.

Comparando os resultados, observou-se pouca diferença na comparação com estudos no teor de cinzas dos frutos *in natura* e nos produtos desidratados de tomate. O Sweet Grape foi o que melhor preservou o teor de cinzas após o processamento, no entanto, para os dois processamentos houve redução, devido às próprias condições do processo, tempo, temperatura e aplicação da desidratação osmótica previamente.

Na análise de extrato etéreo, chegou-se aos seguintes resultados para os tomates *in natura*: 0,20 g 100 g⁻¹ para Italiano e 0,21 g 100 g⁻¹ para Sweet Grape, ambos não apresentaram diferença estatística entre si. Segundo as tabelas do USDA e TACO o tomate *in natura* apresenta teor de lipídios de 0,2 g 100 g⁻¹ (NEPA, 2004; USDA, 2014). Para os produtos desidratados, os resultados foram de 0,07 g 100 g⁻¹ para tomate Italiano e 0,13 g 100 g⁻¹ para Sweet Grape. Os resultados mostraram que ambos os produtos desidratados diferiram estatisticamente entre si e dos tomates *in natura*. Segundo tabela do USDA, o tomate seco ao sol apresenta 0,19 g 100 g⁻¹ de lipídios (USDA, 2014).

Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram variedades de tomate e mini tomates cereja, e encontraram teor de lipídios entre 0,20-0,67 g 100 g⁻¹. Monteiro et al. (2008) chegaram ao teor de 0,26 g 100 g⁻¹ para tomate Italiano. Abreu et al. (2011a) avaliaram tomates secos e obtiveram médias de extrato etéreo entre 0,08-0,14 g 100 g⁻¹. Os teores de lipídios, no presente estudo, para tomates *in natura* foram próximos às referências apresentadas e, para os produtos desidratados, os valores foram próximos. No entanto, ao comparar com os resultados de tomate seco ao sol, esses valores foram menores, o que possibilita dizer que a secagem ao sol preserva mais os lipídios. Os dois processamentos reduziram os lipídios devido ao emprego de temperaturas elevadas (70-80°C) por período longo de tempo (11 horas), no entanto, o Sweet Grape, ao ser desidratado, obteve menor redução nos lipídios.

Na análise de proteínas, os tomates Italiano e Sweet Grape *in natura* apresentaram teores de proteína de 0,28 e 0,25 g 100 g⁻¹, respectivamente, não havendo diferença estatística significativa. Segundo tabelas do USDA e TACO para tomate *in natura* o teor de proteína está entre 0,88-1,1 g 100 g⁻¹, respectivamente (NEPA, 2004; USDA, 2014). Os resultados de proteína dos produtos desidratados foram de 0,11 e 0,14 g 100 g⁻¹ para Italiano e Sweet Grape desidratado, respectivamente, pode-se dizer que os valores para os produtos desidratados não diferiram estatisticamente entre si, no entanto diferiram dos frutos *in natura*, ou seja, menores. Segundo o USDA, para tomate seco ao sol o teor de proteína é de 0,9 g 100 g⁻¹ (USDA, 2014).

Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram variedades de tomate e mini tomates do tipo cereja, e encontraram teor proteínas de 0,55 e 0,70 g 100 g⁻¹, respectivamente.

Monteiro et al. (2008) chegaram no teor médio de 0,62 g 100 g⁻¹ em tomates Italiano. Abreu et al. (2011a) avaliaram produtos desidratados e chegaram às médias de proteína entre 0,43 e 0,62 g 100 g⁻¹. Ao comparar os resultados do presente estudo, observou-se que estes estão abaixo do relatado nas referências, tanto para tomates *in natura* quanto para tomates desidratados. Fato explicado pelas características do fruto, como tipo e época de cultivo, uso de fertilizantes, condições de clima e solo. E, no que tange aos produtos processados, as condições do processamento são as representantes dessa diferença de resultados. O Sweet Grape, mesmo tendo seu teor de proteínas diminuído com o processamento, permaneceu com teor maior em comparação ao outro tomate desidratado.

Na análise de fibras, os resultados para tomate Italiano e Sweet Grape *in natura* foram 2,02 e 1,68 g 100 g⁻¹, respectivamente, diferindo estatisticamente entre si. Segundo as tabelas da TACO e do USDA o tomate *in natura* apresenta teor de fibras de 1,1-1,2 g 100 g⁻¹, respectivamente (NEPA, 2004; USDA, 2014). Os resultados de fibra dos produtos desidratados foram de 0,66 e 0,96 g 100 g⁻¹ para Italiano e Sweet Grape desidratados, respectivamente, diferiram estatisticamente entre si e dos tomates *in natura*. Na tabela do USDA para tomate seco ao sol o teor de fibras é de 0,79 g 100 g⁻¹ (USDA, 2014).

Suárez, Rodríguez e Romero (2008) analisaram a composição química de tomates e o teor de fibras médio foi 1,82 g 100 g⁻¹. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) encontraram teores de fibras de 1,13 e 1,27 g 100 g⁻¹ para mini tomate e tomate, respectivamente. Abreu et al. (2011a) avaliaram oito tomates secos e chegaram às médias de fibras entre 0,95 e 1,61 g 100 g⁻¹. Observou-se que as fibras diminuem com o processamento, o que pode ser explicado pelo comportamento das mesmas durante o processamento, que por sua vez, dependendo da composição química, podem ser mais ou menos estáveis ao uso de calor e soluções osmóticas. Os resultados, em comparação aos estudos apresentados, demonstraram que para tomates *in natura* os teores de fibras foram próximos, e para os tomates desidratados foram menores na comparação ao fruto *in natura* e próximos aos dos estudos.

Os resultados de carboidratos em tomates *in natura* foram 3,43 e 5,41 g 100 g⁻¹ para tomate Italiano e Sweet Grape, respectivamente. Segundo a TACO e USDA o teor de carboidratos para tomate *in natura* é de 3,1 e 3,89 g 100 g⁻¹, respectivamente (TACO, 2004; USDA, 2014). Em relação aos carboidratos, o primeiro fato a se observar é que, assim como para as fibras, os teores dos mesmos nas variedades também diferiram entre si. No que tange o processamento, os resultados foram de 5,51 e 5,66 g 100 g⁻¹ para tomate Italiano e Sweet Grape desidratados. Segundo as tabelas de composição o teor de carboidratos

em tomate seco ao sol é de 4,53 g 100 g⁻¹ (TACO, 2004; USDA, 2014). Pode-se observar que os nutrientes se concentraram em ambos produtos desidratados com concomitante diminuição das fibras.

Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram variedades de tomate e mini tomates cereja, e encontraram teor carboidratos entre 1,01 e 1,26 g 100 g⁻¹, respectivamente. Abreu et al. (2011a) avaliaram oito produtos de tomates secos e chegaram à média de carboidratos de 1,38 g 100 g⁻¹. Observou-se que, tanto para os tomates *in natura* quanto para os produtos desidratados, os resultados para os carboidratos estão acima dos estudos comparativos e próximos às tabelas de composição. As condições de cultivo (solo, fertilização, tipo de cultivo) e as condições de processamento foram os principais fatores para as diferenças observadas. O Sweet Grape apresentou menor aumento dos carboidratos com o processamento, o que não prejudicou o produto final.

5.2 Composição Mineral

Os resultados de composição mineral do tomate Italiano e do mini tomate Sweet Grape ambos na forma *in natura* e desidratados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição Mineral de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e *in natura* (% ou g 100 g⁻¹ em base úmida, valores médios, \pm DP, n = 3)

	Tomate Italiano	Tomate Italiano Seco	Tomate Sweet Grape	Tomate Sweet Grape Seco
Nitrogênio	1638,65 \pm 0,10a	654,24 \pm 0,01d	796,23 \pm 0,62c	989,02 \pm 0,21b
Fósforo	30,29 \pm 0,21a	15,57 \pm 0,44d	27,47 \pm 0,15b	22,23 \pm 0,23c
Potássio	252,86 \pm 0,63a	105,56 \pm 2,00d	195,84 \pm 3,63b	151,65 \pm 4,21c
Cálcio	12,15 \pm 0,34a	5,36 \pm 0,16c	7,68 \pm 0,05b	7,50 \pm 0,09b
Magnésio	9,64 \pm 0,08b	3,80 \pm 0,04d	11,87 \pm 0,08 ^a	6,71 \pm 0,07c
Enxofre	13,83 \pm 0,17a	5,88 \pm 0,04d	11,39 \pm 0,03b	7,42 \pm 0,08c
Ferro	0,34 \pm 0,00bc	0,36 \pm 0,01b	0,52 \pm 0,01 ^a	0,33 \pm 0,01c
Manganês	0,09 \pm 0,00b	0,03 \pm 0,00d	0,19 \pm 0,00a	0,05 \pm 0,00c
Cobre	0,06 \pm 0,00a	0,02 \pm 0,00d	0,05 \pm 0,00b	0,03 \pm 0,00c
Zinco	0,23 \pm 0,00b	0,08 \pm 0,00d	0,24 \pm 0,01 ^a	0,11 \pm 0,00c
Sódio	1,37 \pm 0,00c	27,79 \pm 0,24b	2,08 \pm 0,00c	43,70 \pm 0,84a
Boro	0,09 \pm 0,00c	0,06 \pm 0,00d	0,20 \pm 0,01 ^a	0,16 \pm 0,00b
Alumínio	0,15 \pm 0,00a	0,18 \pm 0,00a	0,15 \pm 0,01 ^a	0,16 \pm 0,03a

Médias com letras diferentes na horizontal diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

Média da triplicata \pm DV

De acordo com os resultados observou-se que os principais minerais presentes no tomate foram nitrogênio, potássio e fósforo, seguidos por enxofre, cálcio e magnésio.

Para nitrogênio mineral os resultados obtidos foram de 1638,65 e 796,23 mg 100 g⁻¹ para tomate Italiano *in natura* e Italiano desidratado, respectivamente, 654,24 e 989,02 mg 100 g⁻¹ para Sweet Grape *in natura* e Sweet Grape desidratado, respectivamente. Para esse nutriente houve diferença entre as variedades de tomate, devido às condições de cultivo (solo, adubação, clima). O processamento térmico para o Sweet Grape concentrou o teor deste mineral e para o Italiano diminuiu significativamente, sendo os produtos desidratados diferentes entre si. Souza et al. (2009) avaliaram minerais em tomates e chegaram a resultados de 2450-2950 mg 100 g⁻¹. Blanco (2004), ao estudar os minerais em

frutos de tomateiro, chegaram a teores de 2800-3500 mg 100 g⁻¹. Os valores obtidos para tomates *in natura* estão próximos aos dos estudos.

Os resultados dos principais minerais fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco, demonstraram que o processamento promoveu uma diminuição dos mesmos em ambas variedades estudadas. Os teores destes minerais no tomate Italiano foram de 30,29, 252,86, 12,15, 9,64 e 0,23 mg 100g⁻¹, respectivamente, para o tomate Italiano desidratado os resultados foram 15,57, 105,56, 5,36, 3,80 e 0,08 mg 100g⁻¹, respectivamente. No Sweet Grape *in natura*, esses minerais foram encontrados em teores de 27,47, 195,84, 7,68, 11,87 e 0,2465 mg 100g⁻¹, respectivamente, e no Sweet Grape desidratado os resultados foram 22,23, 151,65, 7,50, 6,71 e 0,11 mg 100g⁻¹

Suárez, Rodríguez e Romero (2007) estudaram a composição mineral de tomates *in natura* e os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, e zinco encontrados pelos autores foram 27,1, 242,9, 7,0, 11,0 e 0,069 mg 100g⁻¹, respectivamente. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram a composição mineral de variedades de tomates tipo cereja, e encontraram 27,3, 249, 10,8, 10,8 e 0,15 mg 100g⁻¹, respectivamente. Abreu et al. (2011a) avaliaram a composição mineral de tomates desidratados e obtiveram os seguintes valores para fósforo, potássio, cálcio, magnésio e zinco 9,95, 70,1, 6,5, 5,63 e 0,07 mg 100g⁻¹, respectivamente.

Ao analisar os resultados obtidos e as referências, observa-se que os parâmetros ligados à produção do fruto, bem como fatores genéticos e condições de solo e fertilização alteram o teor destes minerais, fazendo com que variedades de tomate tenham teores destes minerais diferentes. O processamento térmico diminui estes minerais, pois o emprego de técnicas de desidratação para diminuição de umidade e atividade de água faz com que a água eliminada do produto carregue consigo alguns sais minerais. Os resultados concordam com os estudos apresentados, e seguem tendência de diminuição, no entanto para o Sweet Grape a redução foi menor.

Os resultados de teor de ferro foram de 0,34, 0,36, 0,52 e 0,33 mg 100g⁻¹ para tomate Italiano *in natura*, Italiano desidratado, Sweet Grape *in natura* e Sweet Grape desidratado, respectivamente. Ao comparar os resultados obtidos nota-se que o processamento diminuiu o teor de ferro somente no Sweet Grape. Suárez, Rodríguez e Romero (2007) em seu estudo de composição mineral, avaliaram micro e macrominerais e chegaram a teores de ferro de 0,18 mg 100g⁻¹. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram a composição mineral de variedades de tomate tipo cereja, e encontraram teor de ferro de 0,4 mg 100g⁻¹.

Abreu et al. (2011a) avaliaram a composição mineral de tomates secos e chegaram as médias de ferro entre 0,11 mg 100g⁻¹.

Ao comparar os resultados com as referências, observa-se que os tomates *in natura* os valores estão de acordo, e para os tomates desidratados os dados obtidos foram menores do que o estudo apresentado. Ainda pode-se observar que o teor de ferro, diminuiu ao se realizar processamento no Sweet Grape, para a outra variedade estudada houve um aumento não significativo.

Os resultados de teor de sódio foram 1,27, 27,79, 2,08, 43,70 mg 100g⁻¹ para tomate Italiano *in natura*, Italiano desidratado, Sweet Grape *in natura* e Sweet Grape desidratado, respectivamente. Suárez, Rodríguez e Romero (2007), em seu estudo de composição mineral, chegaram a teores de sódio de 7,9-11,5 mg 100g⁻¹. Guil-Guerrero e Reboloso-Fuentes (2009) estudaram a composição mineral de variedades de tomate tipo cereja, e encontraram teor de sódio de 4 mg 100g⁻¹. Abreu et al. (2011a) avaliaram a composição mineral de tomates desidratados e chegaram as médias de sódio entre 0,96-19,5 mg 100g⁻¹.

Esses resultados estão próximos com a literatura e são explicados pelo fato de que os dois produtos desidratados tiveram adição de sal (cloreto de sódio) durante o processamento e, portanto, apresentaram teores de sódio expressivamente maiores que os tomates *in natura*. O processamento realizado no Sweet Grape incrementou significativamente o teor de sódio, mais que o realizado no Italiano. Portanto, um produto feito a partir de tomate Italiano seria mais indicado ao consumo por ter menor teor de sódio no produto final, o que é desejável e preconizado no que tange o consumo de sódio.

Com relação aos demais minerais analisados observou-se que para enxofre, manganês, cobre, e boro, os resultados dos produtos processados secos foram menores na comparação aos frutos *in natura*. E também pode-se concluir que o processamento, quando realizado no Sweet Grape, apresentou melhores resultados, ou seja menores reduções nos minerais, exceto para manganês. No que tange ao mineral alumínio não se observou diferença entre as variedades e o processamento não alterou de forma significativa os teores deste mineral para ambas variedades.

5.3 Compostos Antioxidantes

5.3.1 Compostos Fenólicos

No presente estudo observou-se concentração dos compostos fenólicos, em 59,37% no tomate Italiano e 68,20% no mini tomate Sweet Grape. Os resultados estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados de Compostos Fenólicos de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e *in natura* (mg EAG 100 g⁻¹ em base úmida, valores médios, \pm DP, n = 3)

	Tomate Italiano	Tomate Italiano Desidratado	Tomate Sweet Grape	Tomate Sweet Grape Desidratado
Compostos Fenólicos	82,45 \pm 4,23 d	202,92 \pm 2,78 b	106,58 \pm 2,15 c	335,14 \pm 6,65 a

Letras diferentes na horizontal diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

Média da triplicata \pm DV

Os resultados para a classe de antioxidantes dos fenólicos nos tomates *in natura* foram 82,45 e 106,58 mg EAG 100 g⁻¹ para tomate Italiano e mini tomate Sweet Grape, respectivamente. Com relação aos produtos desidratados, os resultados foram 202,92 e 335,14 mg EAG 100 g⁻¹ para tomate Italiano e mini tomate Sweet Grape desidratados, respectivamente.

Borguini (2006) ao estudar tomates da variedade Carmen analisou o teor de fenólicos e chegou a resultados de 163,59-210,05 mg EAG 100g⁻¹ para tomate orgânico. George et al. (2004) estudaram doze genótipos de tomates, sendo três variedades cereja, com o intuito de analisar a importância do genótipo para a composição em antioxidantes. Para os compostos fenólicos, variedades cereja apresentaram teores de 319 mg EAG 100g⁻¹, variedades convencionais 188 mg EAG 100g⁻¹. Chang et al. (2006) concluíram em seu estudo que, após o processamento, o teor de fenólicos totais aumenta 13-29% nos produtos desidratados ao ar quente, juntamente com a atividade antioxidante.

Os resultados demonstraram diferença significativa no que tange ao processamento, pois o Sweet Grape apresentou maior aumento (68,2%), o aumento no teor de fenólicos no tomate Italiano após o processamento foi de 59,40%. Os resultados estão de acordo com os estudos, tanto nos frutos *in natura* quanto nos produtos desidratados. A maioria dos autores

citados encontraram maiores teores em produtos desidratados e a principal explicação é que o emprego de temperaturas mais altas na desidratação, além de diminuir a atividade de água, fato que concentra os compostos presentes na matéria prima, inativou enzimas que degradam os fenólicos e liberou essa classe de compostos da matriz por meio de quebra dos constituintes celulares.

5.3.2 Carotenoides: Luteína, Betacaroteno e Licopeno

No presente estudo, detectou-se os principais carotenoides presentes no tomate, por cromatografia, e avaliou-se o comportamento destes compostos quando se realiza a desidratação, e qual o produto desidratado preserva essa classe de antioxidantes naturais tão importantes. Os cromatogramas com os principais carotenoides dos tomates estão apresentados nas Figuras 4-7, para cada amostra observa-se três carotenoides principais: Luteína, Betacaroteno e Licopeno.

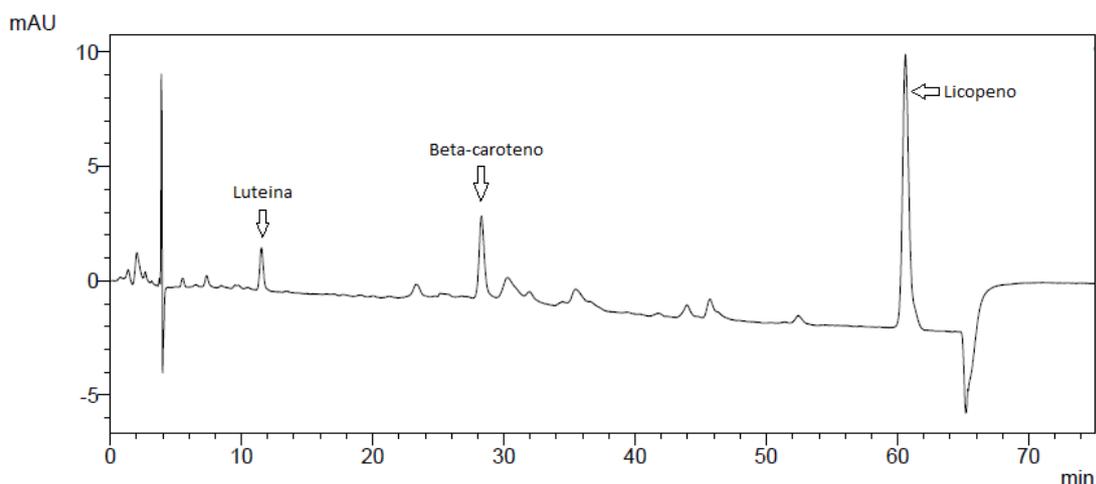


Figura 4. Cromatograma Tomate Italiano *in natura*

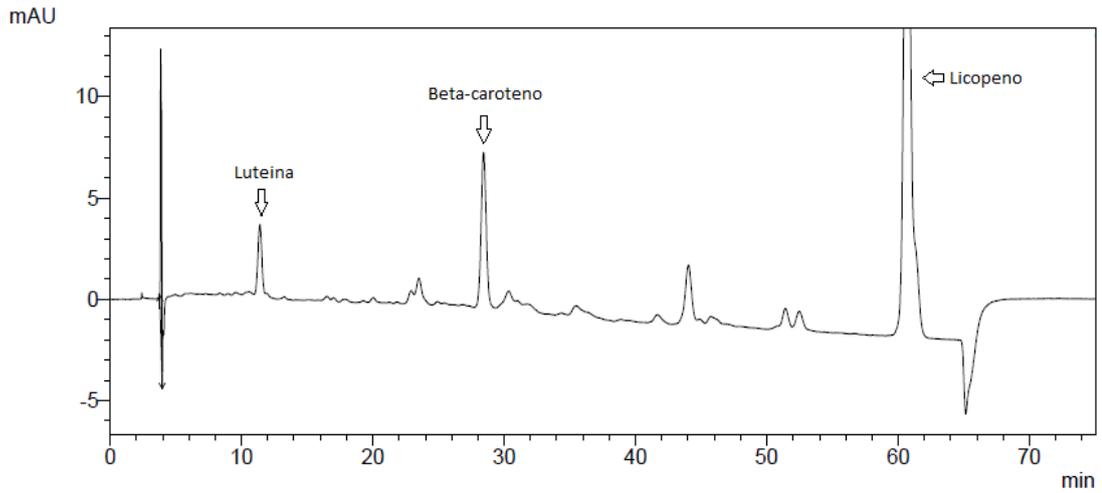


Figura 5. Cromatograma Tomate Italiano Desidratado

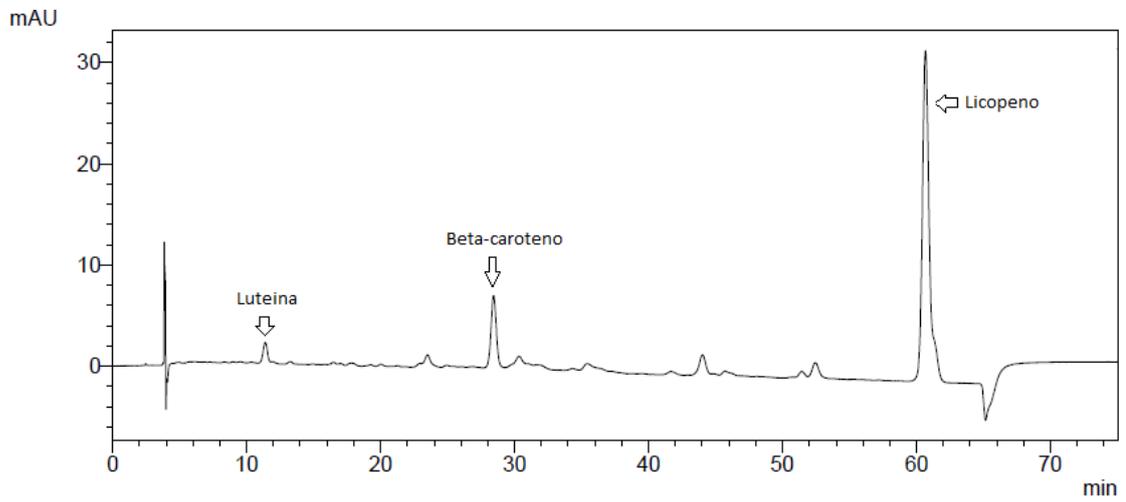
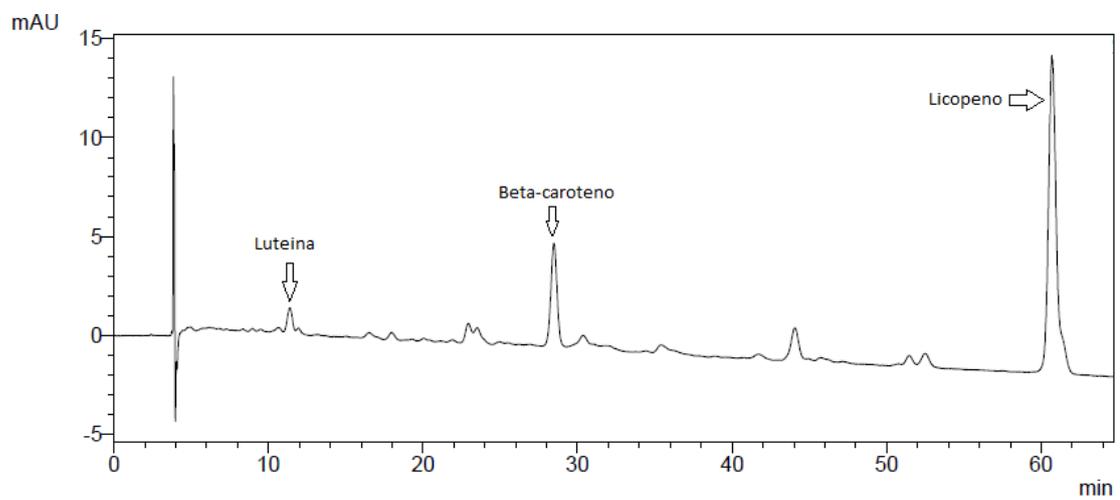
Figura 6. Cromatograma Tomate Sweet Grape *in natura*

Figura 7. Cromatograma Tomate Sweet Grape Desidratado

Os resultados para os carotenoides luteína, betacaroteno, licopeno estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultados de Carotenoides Luteína, Betacaroteno e Licopeno de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e *in natura* ($\mu\text{g g}^{-1}$ em base úmida, valores médios, $\pm\text{DP}$, $n = 3$)

	Tomate Italiano	Tomate Italiano Desidratado	Tomate Sweet Grape	Tomate Sweet Grape Desidratado
Luteína	2,81 \pm 0,40 a	1,70 \pm 0,15 bc	2,06 \pm 0,33 b	1,16 \pm 0,10 c
Betacaroteno	8,40 \pm 0,15 a	4,10 \pm 0,09 c	8,01 \pm 0,62 a	6,04 \pm 0,34 b
Licopeno	15,04 \pm 0,47 a	13,00 \pm 2,94 ab	9,75 \pm 0,44 bc	8,91 \pm 0,66 c

Letras diferentes na horizontal diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

Média de 5 valores \pm DV

Observou-se que o processamento diminuiu os teores dos carotenoides analisados. Os resultados de luteína demonstraram que a amostra de tomate *in natura* Italiano e Sweet Grape apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o Italiano o que apresentou teor superior (2,81 e 2,06 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente). Com relação ao processamento, para ambas as variedades, Italiano e Sweet Grape, o teor de luteína foi reduzido (1,70 e 1,16 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente), no entanto os dois produtos processados não diferiram entre si.

Bohn (2004), estudando efeitos da maturação de frutos no teor de compostos antioxidantes, observou que a luteína em tomates verdes está em torno de 4,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ e conforme ocorre a maturação a luteína diminui, chegando a teores de 1,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ em tomates maduros prontos para colheita. Morais (2008) quantificaram luteína e outros carotenoides em um banco de variedades de tomates e chegaram a valores entre 1,12 e 15 $\mu\text{g g}^{-1}$. Bernatené (2013) avaliou o teor de compostos antioxidantes em duas variedades industriais de tomate e chegou a teores de luteína de 0,5-0,6 $\mu\text{g g}^{-1}$. Kobori et al. (2010) analisaram carotenoides em produtos de tomate, e chegaram a valores de luteína de 4 $\mu\text{g g}^{-1}$ para tomates desidratados, e não foi encontrada luteína nos demais produtos de tomate.

Pode-se dizer que o processamento provocou perda significativa de luteína, sendo que para o mini tomate Sweet Grape foi detectada maior perda para luteína (43,70%), o que possibilita afirmar que o processo, quando realizado no Italiano, reduz menos o nutriente em

questão (39,50%). Os resultados para os tomates *in natura* estão próximos da literatura e para os produtos desidratados estão abaixo da literatura.

O segundo carotenoide em importância no tomate, o betacaroteno, foi detectado e quantificado e os resultados demonstraram que a amostra de tomate *in natura* Italiano e Sweet Grape não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o Italiano o que apresentou teor superior (8,40 e 8,01 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente). Com relação ao processamento, para ambas variedades, Italiano e Sweet Grape, o teor de betacaroteno foi reduzido (4,10 e 6,04 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente) e os produtos diferiram entre si, sendo o Sweet Grape o de maior teor, ou o que apresentou menor redução.

Candelas-Cadillo et al. (2005) estudaram os efeitos do processamento térmico sobre os carotenoides de tomate. O teor de betacaroteno foi de 1,17 $\mu\text{g g}^{-1}$ em tomates frescos e 2,26 $\mu\text{g g}^{-1}$ em tomates em pó. Stommel et al. (2005) avaliaram tomates da variedade cereja convencionais e com alto teor de betacaroteno e chegaram a médias de 41,8-46,5 $\mu\text{g g}^{-1}$ nas variedades ricas em betacaroteno e 3,2-3,7 $\mu\text{g g}^{-1}$ para tomates convencionais. Moraes (2008) quantificou carotenoides majoritários em um banco de variedades de tomates e chegou a valores de betacaroteno entre 1,00 $\mu\text{g g}^{-1}$ para variedades convencionais e 52,29 $\mu\text{g g}^{-1}$ para espécies de alto teor de betacaroteno. Bernatené (2013) avaliou o teor de compostos antioxidantes em duas variedades industriais de tomate e chegou a teores de betacaroteno de 2,9-5,4 $\mu\text{g g}^{-1}$. Kobori et al. (2010) analisaram carotenoides em tomates e produtos de tomate, e chegaram em valores de betacaroteno de 13 $\mu\text{g g}^{-1}$ para tomate desidratados.

Os resultados estão abaixo do observado na literatura para tomates *in natura*, e abaixo no que tange aos produtos desidratados e pode-se dizer que o processamento provocou perda significativa de betacaroteno, sendo que para o tomate Italiano foi detectada a maior perda para betacaroteno (51,20%), o que possibilita afirmar que o processo, quando realizado no Sweet Grape, reduz menos o composto em questão (24,60%).

Os resultados para o principal carotenoide analisado no tomate, o licopeno, demonstraram que a amostra de tomate *in natura* Italiano e Sweet Grape apresentaram diferenças significativas entre si, sendo o Italiano o que apresentou teor superior (15,04 e 9,75 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente). Com relação ao processamento, para ambas variedades, o teor de licopeno foi reduzido (13,00 e 8,91 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente).

Abreu et al. (2011b) ao estudarem tomates *in natura* obtiveram teores de licopeno em torno de 22,03 $\mu\text{g g}^{-1}$. Hart e Scott (1995) estudaram o teor de licopeno e outros carotenoides em frutas e hortaliças e analisaram em tomates *in natura* e cozidos, molho e tomates “reaquecidos”, os autores chegaram a resultados de 29,37 $\mu\text{g g}^{-1}$ para tomates *in natura*,

37,03 $\mu\text{g g}^{-1}$ para tomates cozidos. Borguini et al. (2006) ao estudar o teor de licopeno em tomates variedade Carmen obteve teores de 15,5-20,3 $\mu\text{g g}^{-1}$. Rosa et al. (2012) apresentaram teores entre 29,67-62,91 $\mu\text{g g}^{-1}$ em tomates *in natura*. Shirahige et al. (2010) obtiveram teores de 21,94-57,07 $\mu\text{g g}^{-1}$. Um produto de tomate com 10% de umidade final teve seu teor de licopeno diminuído em 10% após secagem a 110°C por 4 horas e o mesmo não se alterou durante a secagem a 80°C por 7 h (ZANONI et al., 1999; LAVELLI et al., 1999; GIOVANELLI et al., 2002). O uso de secagem a vácuo por 4-8 horas a 55°C reduziu o teor de licopeno em 3,2% e o uso da secagem ao ar quente por 10 horas a 95°C reduziu em 3,9% (SHI et al., 1999).

Os resultados estão abaixo da literatura, no entanto devido à temperatura e tempo empregados, bem como o período de armazenamento dos produtos e frutos *in natura*, é esperado que os valores fiquem menores, pois estes são fatores determinantes na perda ou isomerização e oxidação do licopeno. Para o licopeno, nota-se que, assim como para os demais carotenoides, o processamento diminuiu o teor deste, no entanto para ambas as variedades essa diminuição não foi significativa, sendo de 15,60% para o Italiano e 8,60% para o Sweet Grape, ou seja, o processo, quando realizado no Sweet Grape, reduz menos o licopeno (8,60%), devido principalmente às condições do processo e estabilidade do pigmento carotenoide na matriz.

5.3.3 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

No presente trabalho, o processamento reduziu o teor de ácido ascórbico em 41,40 % no tomate Italiano e em 28,54 % no mini tomate Sweet Grape. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados de Ácido Ascórbico de tomates Italiano e Sweet Grape desidratados e *in natura* (mg 100g⁻¹ em base úmida, valores médios, \pm DP, n = 3)

	Tomate Italiano	Tomate Italiano Desidratado	Tomate Sweet Grape	Tomate Sweet Grape Desidratado
Ácido Ascórbico	12,08 \pm 0,72 ab	7,08 \pm 0,72 c	14,58 \pm 1,80 a	10,42 \pm 1,80 bc

Letras diferentes na horizontal diferem significativamente ($p \leq 0,05$).

Média da triplicata \pm DV

Os resultados para a classe de antioxidantes ácido ascórbico nos tomates *in natura* foram 12,08 e 14,58 mg 100 g⁻¹ para tomate Italiano e mini tomate Sweet Grape, respectivamente. Com relação aos produtos desidratados, os resultados foram 7,08 e 10,42 mg 100g⁻¹ para tomate Italiano e mini tomate Sweet Grape desidratado, respectivamente. Observou-se que os dois produtos desidratados foram estatisticamente iguais entre si. O processamento promoveu perdas no teor de ácido ascórbico de 41,40% no tomate italiano e 28,54% no mini tomate Sweet Grape.

Borguini (2006) ao estudar tomates variedade Carmen convencionais e orgânicos analisou o teor de ácido ascórbico e chegou a resultados de 19,57-26,45 mg 100 g⁻¹. Thybo et al. (2006) analisaram a composição química de tomates e chegaram a resultados de ácido ascórbico de 11,8-14,6 mg 100g⁻¹ para tomates *in natura*. George et al. (2004) estudando doze genótipos de tomates sendo três variedades cereja, analisaram o teor de ácido ascórbico e chegaram a resultados de 28,6-32,4 mg 100g⁻¹ para as variedades cereja e 8,4-30,4 mg 100g⁻¹ para as variedades de tomates *in natura*. Chang et al. (2006) estudaram o efeito da secagem ao ar quente e chegaram à conclusão que os tomates *in natura* apresentaram os maiores teores em comparação aos processados; houve uma redução de 56-61%. Toor e Savage (2006b) analisaram a vitamina C durante a semi-secagem (42°C por 18 horas) de três variedades de tomate e observaram perdas significativas em todas as variedades, no entanto foram menores que as de outros estudos, entre 17-27%, isso por conta da baixa temperatura empregada.

Diante dos resultados obtidos, nota-se que foram próximos aos da literatura e observou-se que, assim como outros estudos, o ácido ascórbico não apresenta boa estabilidade ao processamento térmico, o que justifica diminuições no teor desta vitamina.

5.4 Análise Sensorial

As médias das notas dos atributos e da intenção de compra dos dois produtos estão na Tabela 7, as porcentagens de aceitação e não aceitação dos atributos (notas de 1 a 5 indicam não aceitação; notas de 6 a 9 indicam aceitação) bem como as porcentagens de intenção de compra são apresentadas nos Gráficos 1 e 2.

Tabela 7 – Médias das notas dos atributos sensoriais para tomates Italiano e Sweet Grape desidratados (valores médios, n = 50)

	Sweet Grape Desidratado	Italiano Desidratado
Atributo		
Aparência	7,20 a	6,94 a
Cor	7,62 a	7,34 a
Aroma	7,96 a	6,82 b
Textura	7,88 a	6,54 b
Sabor	8,10 a	6,54 b
Impressão Global (IG)	8,30 a	6,60 b
Intenção de Compra (IC)	5,68 a	4,10 b

Letras minúsculas diferentes na horizontal diferem significativamente ($p \leq 0,05$)

Média dos 50 provadores

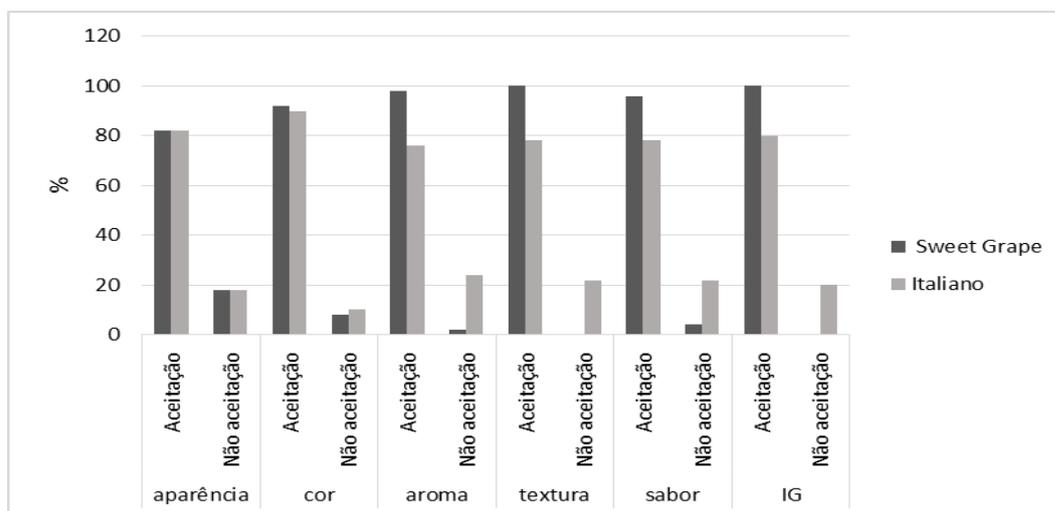


Gráfico 1. % de aceitação e não aceitação para os atributos sensoriais

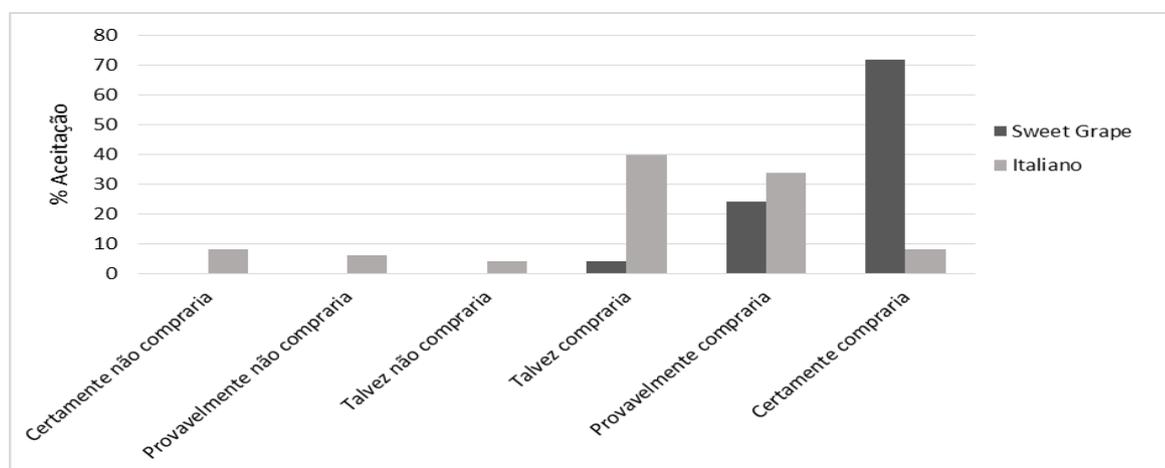


Gráfico 2. % de Intenção de Compra

O produto Sweet Grape desidratado proposto aos provadores, que são possíveis consumidores, obteve as médias mais altas; sendo significativamente superior em quatro parâmetros analisados (aroma, textura, sabor e impressão global) e na intenção de compra, somente para os atributos cor e aparência não houve diferença significativa em relação ao Italiano desidratado. O atributo de maior nota foi a impressão global que obteve a média 8,3 (gostei muito). O atributo aparência obteve a menor média 7,2 (gostei moderadamente) A intenção de compra do Sweet Grape desidratado foi 5,68 (certamente compraria) e significativamente superior em relação ao outro produto desidratado analisado que obteve intenção de compra 4,10 (talvez compraria). Os resultados evidenciam a boa aceitação do Sweet Grape desidratado e possível compra por parte dos consumidores.

O Sweet Grape quando desidratado apresentou grande aceitação e boas notas dos atributos sensoriais, e, portanto, o novo produto proposto neste estudo atendeu ao esperado pelos consumidores e superou as expectativas.

6. CONCLUSÃO

Confirma-se a qualidade nutricional do produto final, por conta da manutenção dos compostos de interesse (antioxidantes) e pela elevada porcentagem de retenção destes ao final do processamento, principalmente dos carotenoides licopeno e betacaroteno. No que tange aos compostos fenólicos houve aumento expressivo pós-processamento. O teor de ácido ascórbico apresentou significativa retenção, muito parecida com o carotenoide luteína. As elevadas porcentagens de retenção de no mínimo 49-50 % são desejáveis no produto final, com vistas à qualidade nutricional. Aliado a isso, a boa aceitação por parte dos consumidores foi confirmada por elevada intenção de compra.

O novo produto proposto neste estudo, elaborado a partir da desidratação osmótica seguida de secagem adiabática em estufa de circulação forçada de ar de mini tomates Sweet Grape, atendeu ao esperado pelos consumidores, reduziu menos os nutrientes e foi sensorialmente bem aceito. Tanto a variedade Sweet Grape quanto o processamento proposto podem ser utilizados pela indústria de processamento de tomates como alternativa de novos produtos, com características diferentes das oferecidas pelos produtos disponíveis hoje em dia nos mercados.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA - ABH. Tomate Cereja – Sabor e rentabilidade no mesmo produto. Vitória da Conquista, 2012. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/News/Default.asp?id=4864>> Acessado em 07 ago. 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14141**: escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro, 1998.
- ABRAHÃO, C.; VILLAS BÔAS, R.L.; SILVA, V.C.; RAMOS, A.R.P.; CAMPAGNOL, R.; BARDIVIESSO, D.M. Produção de mini tomate em função de diferentes relações K:Ca:Mg na solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. S3813-S3819, 2011.
- ABREU, W.C.; BARCELOS, M.D.F.P.; LOPES, C.D.O.; MALFITANO, B.F.; PEREIRA, M.C.D. A.; BOAS, E.V.D.B.V. Características físicas e químicas de tomates secos em conserva. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 31, n. 2, p. 237-244, 2011a.
- ABREU, W.C.D.; BARCELOS, M.D.F.P.; SILVA, E.P.; BOAS, E.V.D.B.V. Características físicas, químicas e retenção de licopeno em tomates secos submetidos a diferentes pré-tratamentos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 168-174, 2011b.
- ABUSHITA, A.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 2075-2081, 2000.
- AGUILA, J.S. **Processamento mínimo de rabanetes**: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos. 2004. 123 p. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- AGARWAL, S.; RAO, A.V. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. **Canadian Medical Association Journal**, Ottawa, v. 163, n. 6, p. 739–744, 2000.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada nº 8, de 06 março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geléia de mocotó. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, n. 46, 8 mar. 2013.
- AHERNE, S.A.; O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and, metabolism. **Nutrition**, New York, v. 18, n. 1, p. 75-81, 2002.
- ALMEIDA, L.B.; PENTEADO, M.V.C. Carotenoides com atividade pró-vitáminica A de cenouras (*Dacota carota* L.) comercializadas em São Paulo, Brasil. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 23, p. 133-141, 1987.
- ALMEIDA JÚNIOR, J.F.; SILVA, C.A.B.; SIQUEIRA, K.B. Produção de tomate seco em conserva. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais**: produtos de origem vegetal. Viçosa: UFV, 2003. cap. 10, p. 397-417.

ALMEIDA-MURADIAN, L.B.; PENTEADO, M.D.V.C. Carotenoides. In: PENTEADO, M.D.V.C. **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. São Paulo: Manole, 2003. p. 3-52.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004. 47 p.

ALVES-RODRIGUES, A.; SHAO, A. The science behind lutein. **Toxicology Letters**, Amsterdam, v. 150, p. 57-83, 2004.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 8. ed. Saint Paul, 1983.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - AOCS. **Tentative and official methods of analyses**. Boulder, 2003. 1 v.

ANDERSON, K. Otros métodos de conservación. In: ARTHEY, D.; DENNIS, C. **Procesado de hortalizas**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. p. 175-211.

ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ARIMA, H.K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of a squash and a pumpkin from North-eastern Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 40, p. 284-292, 1990.

ARORA, S.K.; INDER, S.; PANDITA, M.L.; SINGH, I. Effect of nitrogen fertilization and plant geometry on quality indices of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 63, n. 4. p. 204-207, 1993.

ASP, N.G.; JOHANSSON, C.G.; HALLMER, H.; SILJESTRON, M. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 31, n. 3, p. 476-482, 1983.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. Gaithersburg, MD, 2005.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. current through rev. 1. Gaithersburg, MD, 2006.

ASTORG, P. Food carotenoids and cancer prevention: an overview of current research. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 8, n. 12, p. 406–413, 1997.

AZEVEDO FILHO, J. A.; MELO, A. M. T. Avaliação de tomate silvestre do tipo cereja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41., 2001, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília, DF: ABH, 2001. 1 CD-ROM.

AZEVEDO-MELEIRO, C.H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Determination of the carotenoids of *Curcubitaceae* fruit vegetables by HPLC-DAD and HPLC-MS. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 4., 2002, Campinas, SP. **Poster...** Campinas: UNICAMP, 2002.

BAHORUN, T.; LUXIMON-RAMMA, A.; CROZIER, A.; ARUOMA, O.I. Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of Mauritian vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, p. 1553-1561, 2004.

BALBACH, A. **As frutas na medicina natural**. Itaquaquecetuba: Ed. Missionária, 1992.

BALLARD, T.S.; MALLIKARJUNAN, P.; ZHOU, K.; O'KEEFE, S. Microwave-assisted extraction of phenolic antioxidant compounds from peanut skins. **Food Chemistry**, Barking, v. 120, n. 4, p. 1185–1192, 2010.

BALOCH, A.K.; BUCKLE, K.A.; EDWARDS, R.A. Effect of sulphur dioxide and blanching on the stability of carotenoids of dehydrated carrots. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 40, p. 179-187, 1997.

BARONI, A.F. **Propriedades mecânicas, termodinâmicas e de estado de tomate submetido à desidratação osmótica e secagem**. 2004. 268 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BEECHER, G.R. Nutrient content of tomatoes and tomato products. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Maywood, v. 218, n. 2, p. 98–100, 1998.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J.A. Comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1988.

BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, J.; MARIN, F.R.; ORTUNO, A.; DEL RIO, J.A. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, p. 4505–4515, 1997.

BERNATENÉ, E.A. **Estrés Oxidativo**: Estudio de compuestos con propiedades antioxidantes en el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 2013. Tesis (Magíster) - Facultad Regional Avellaneda, Universidad Tecnológica Nacional, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2013.

BEUTNER, S.; BLOEDORN, B.; FRIXEL, S.; BLANCO, I.H.; HOFFMANN, T.; MARTIN, H.D.; MAYER, B.; NOACK, P.; RUCK, C.; SCHMIDT, M.; SCHULKE, I.; SELL, S.; ERNST, H.; HAREMZA, S.; SEYBOLD, G.; SIES, H.; STAHL, W.; WALSH, R. Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: carotenoids, flavonoids, phenols and indigoids. The role of b-carotene in antioxidant functions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, p. 559–568, 2001.

BIANCHI, M.L.P.; ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BIRT, D.F.; HENDRICH, S.; WANG, W. Dietary agents in cancer prevention: flavonóides and isoflavonoids. **Pharmacology and Therapeutics**, New York, v. 90, p. 157-177, 2001.

BLANCO, F.F. **Tolerância do tomateiro à salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. 115 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BORDERÍAS, A.J.; MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valência, v. 28, n. 2, p. 159-169, 1988.

BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BOSS, E.A. **Modelagem e otimização do processo de liofilização**: aplicação para leite desnatado e café solúvel. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BROW, L.; RIMM, E.B.; SEDDON, J.M.; GIOVANNUCCI, E.L.; CHASAN-TABER, L.; SPIEGELMAN, D.; WILLETT, W.C.; HANKINSON, S.E. A prospective study of carotenoid intake and risk of cataract extraction in US men. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 70, p. 517-524, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 553 de 30 de agosto de 1995. Dispõe sobre a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate *in natura*, para fins de comercialização e Revoga as especificações de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Embalagem do Tomate, estabelecidas pela Portaria no. 76, de 25 de fevereiro de 1975. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 set. 1995. p. 25.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SARC nº 085 de 06 de março de 2002. Propõe o Regulamento técnico de identidade e qualidade para classificação do tomate. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2002. p. 9. (Consulta pública).

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA. Resolução RDC nº 269, 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 mai. 2005, Seção 1.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, p. 317–333, 1998.

BRITTON, G. Carotenoids. In: HENDRY, G.F. (Ed.). **Natural foods colorants**. New York: Blackie, 1995. p. 141-182.

CAMARGO, F.P.; FILHO, W.P.C. Produção de tomate de mesa no Brasil, 1990-2006: Contribuição da área e da produtividade. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, S1018-S1021, 2008. Suplemento.

CAMARGO, G.A.; QUEIROZ, M.R. Secagem de tomate para conserva: parâmetros que influenciam a qualidade final. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP, Campinas. **Perspectivas e pesquisas...** Campinas: UNICAMP, 2003.

CAMARGO, G.A.; HAJ-ISA, N.; QUEIROZ, M.R. Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 521-526, 2007.

CAMPBELL, M.K. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

CANDELAS-CADILLO, M.; ALANÍS-GUZMÁN, M.; BAUTISTA-JUSTO, M.; DEL RÍO-OLAGUE, F.; GARCÍA-DÍAZ, C. Contenido de licopeno en jugo de tomate secado por aspersión lycopene content in spray-dried tomato juice. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, México, DF, v. 4, p. 299-307, 2005.

CAPANOGLU, E.; BEEKWILDER, J.; BOYACIOGLU, D.; HALL, R.; DE VOS, R. Changes in antioxidant and metabolite profiles during production of tomato paste. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, p. 964-973, 2008.

CARELLI, B.P. **Estimativa de variabilidade genética em acessos crioulos e cultivares comerciais de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) do sul do Brasil e avaliação da presença do gene Mi**. 2003. 115 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

CARVALHO, M.C.D.M.S. **Estudo da evolução de carotenos e de açúcares em tomate cereja**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Departamento de DQuímica, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2012.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 6, n. 58, p. 6-14, 2007.

CARVALHO, J.G. de; BASTOS, A.R.R.; ALVARENGA, M.A.R. Nutrição mineral adubação. In: ALVARENGA, M.A.R. **Tomate, produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**, Lavras: UFLA, 2004. p. 61-120.

CASTILLO-DURAN, C.; CASSORLA, F. Trace minerals in human growth and development. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, Berlin, v. 12, p. 589-601, 1999.

CHANG, C.H.; LIN, H.Y.; CHANG, C.Y.; LIU, Y.C. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot air dried tomatoes. **Journal of Food Engineering**, London, v. 77, p. 478-485, 2006.

CHASAN-TABER, L.; WILLETT, W.C.; SEDDON, J.M.; STAMPFER, M.J.; ROSNER, B.; COLDITZ, G.A.; SPEIZER, F.E.; HANKINSON, S.E. A prospective study of carotenoid and vitamin A intakes and risk of cataract extraction in US women. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 70, p. 509-516, 1999.

CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

CLINTON, S.K. Lycopene: Chemistry, biology, and implications for human health and disease. **Nutrition Reviews**, New York, v. 56, p. 35-51, 1998.

CORRÊA, J.L.G.; FILHO, E.D.S.; BATISTA, M.B.; AROLA, F.; FIOREZE, R. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 35-42, 2008.

CORREIA, A.F.K. LORO, A.C.; ZANATTA, S.; SPOTO, M.H.F.; VIEIRA, T.M.F.S. Effect of temperature, time, and material thickness on the dehydration process of tomato. **International Journal of Food Science**, New York, v. 2015, 7 p., 2015. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/970724>.

DA CRUZ, P.M.F. **Avaliação da temperatura de secagem e do armazenamento na composição química e qualidade sensorial do tomate seco**. 2011. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, Marechal Cândido Rondon, 2011.

DAGNELIE, G.; ZORGE, I.; McDONALD, T.M. Lutein improves visual function in some patients with retinal degeneration: a pilot study via the internet. **Optometry**, St. Louis, v. 71, p. 147-164, 2000.

DELI, J.; MOLNÁR, P.; OSZ, E.; TÓTH, G.; ZSILA, F. Epimerisation of lutein to 3'-epilutein in processed foods. **Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters**, Oxford, v. 14, p. 925-928, 2004.

DEGÁSPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DI MASCIO, P.; KAISER, S.; SIES, H. Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 274, p. 532-538, 1989.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; MARCHINI, J.S. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 1998. 403 p.

ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE - UN/ECE. **Concerning the marketing and commercial quality control of tomatoes moving in international trade and to UN/ECE member countries**. Committee for Trade, Industry and Enterprise Development (Report of the fifty-sixth session, nov). Genebra, 2000. p. 27-30.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Tradução de Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Plantas, 2004.

ERTEKIN, F.K.; ÇAKALOZ, T. Osmotic dehydration of peas: influence of process variables on mass transfer. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 20, p. 87-104, 1996.

FAO. **Produtividade mundial**. Roma, 2015. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 20 fev. 2015.

FAO/OMS Expert Consultation. **Human vitamin and mineral requirements**. 7^o Report. Roma, 2002.

FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. **Evaluation of certain food additives and contaminants**. 33^o Report. Geneva: WHO, 1989. p. 26-27, 47. (Technical Report Series, 776). Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_776.pdf>. Acesso em: 03 mar 2015.

FAO. Codex Alimentarius Commission. **Proposed draft codex standard for tomatoes**. Joint FAO/OMS Food Standards Programme. Geneva, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-x8726e/x8726e08.htm#bm08.4>> Acesso em: 06 ago. 2014.

FELLOWS, P. Deshidratación. In: FELLOWS, P.; TREPAT, F.J.S. **Tecnología del procesamiento de los alimentos: principios y prácticas**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1994. cap. 14, p. 287-323.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258 p.

FERNANDES, C. **Produtividade e qualidade dos frutos do tomateiro do grupo cereja cultivado em substratos à base de areia**. 2005. 95 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; JARÉN-GALÁN, M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, J.; PÉREZGÁLVEZ, A.E.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Carotenoids bioavailability from foods: From plant pigments to efficient biological activities. **Food Research International**, Amsterdam, v. 46, p. 438-450, 2012.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 2, p. 141-145, 2006.

FERREIRA, S.M.R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 249 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FERREIRA, M.E.; DA CRUZ, M.C.P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicabaa: Potatos, 1991. 734 p.

FETT, C. **Vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, gorduras, carboidratos e suas indicações**. In: _____. Ciência da suplementação alimentar. Rio de Janeiro: Ed. Sprint, 2000. cap. 3, p. 53-145.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008.

FLORO, L.M.S. **Obtenção de sopa a partir de rejeitos de hortifrutigranjeiros: Avaliação da secagem em leito de jorro**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2004.

FRIEDMAN, M. Tomato glycoalkaloids: role in the plant and in the diet. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 21, p. 5751-5780, 2002.

GAMA, J.J.T.; SYLOS, C.M. Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. **Food Chemistry**, Barking, v. 100, p. 1686-1690, 2007.

GAVA, A.J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002.

GENOVESE, M.I.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Determinação do conteúdo de fenólicos totais em frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 167-169, 2003.

GEORGE, B.; KAUR, C.; KHURDIYA, D.S.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, Barking, v. 84, p. 45-51, 2004.

GEORGÉ, S.; TOURNIAIRE, F.; GAUTIER, H.; GOUPY, P.; ROCK, E.; CARIS-VEYRAT, C. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. **Food Chemistry**, Barking, v. 124, n. 4, p. 1603-1611, 2011.

GERMANO, S. **Desenvolvimento de bioprocessos para a produção, caracterização e purificação de proteases de *Penicillium sp.* por fermentação no estado sólido**. 2000. 82 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) – Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

GIOVANELLI, G.; ZANONI, B.; LAVELLI, V.; NANI, R. Water sorption, drying and antioxidant properties of dried tomato products. **Journal of Food Engineering**, London, v. 52, n. 2, p. 135-141, 2002.

GIOVANNUCCI, E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: Review of the epidemiologic literature. **Journal of the National Cancer Institute**, Washington, DC, v. 91, p. 317-331, 1999.

GIOVANNUCCI, E.; RIMM, E.B.; LIU, Y.; STAMPFER, M.J.; WILLET, W.C. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. **Journal of the National Cancer Institute**, Washington, DC, v. 94, n. 5, p. 391-398, 2002.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition of comercial mangoes from Brazil. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 22, p. 100-103, 1989.

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurrence of *cis*-isomers of provitamin A in Brazilian vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, p. 3081-3086, 1998.

GOMES, A.T.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 3, n. 3, p. 212-26, 2007.

GUERINOT, M.A.; YI, Y. Iron: nutritious, noxious, and not readily available. **Plant Physiology**, Rockville, v. 104, p. 815-820, 1994.

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**, San Diego, v. 22, p. 123–129, 2009.

GUSMÃO, S.D.; PÁDUA, J.G.; DE GUSMÃO, M.T.A.; BRAZ, L.T. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja” em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 572-573, 2000.

HALLMANN, E. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, p. 2840–2848, 2012.

HARBORNE, B.J.; WILLIAMS, A.C. Advances in flavonoids research since 1992. **Phytochemistry**, Oxford, v. 55, p. 481-504, 2000.

HARRIS, R. S. **Subcellular biochemistry, ascorbic acid**: biochemistry and biomedical cell biology. New York: Plenum Press, 1996. v. 25.

HART, D.J.; SCOTT, K.J. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. **Food Chemistry**, Barking, v. 54, n. 1, p. 101-111, 1995.

HEIM, K.E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure–activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 13, p. 572–584, 2002.

HERRERA, R.P.; GABAS, A.L.; YAMASHITA, F. Desidratação osmótica de abacaxi com revestimento comestível – Isotermas de desorção. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM OF FOOD, 4., 2001, Campinas. **Proceedings...** Campinas: UNICAMP, 2001. p. 190.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HOLDEN, J.M.; ELDRIDGE, A.L.; BEECHER, G.R.; BUZZARD, I.M.; BHAGWAT, S.; DAVIS C.S.; DOUGLASS, L.W.; GEBHARDT, E.S.; HAYTOWITZ, D.; SCHAKEL, S. Carotenoid content of US foods: An update of the database. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 12, p. 169-196, 1999.

ILAHYA, R.; HDIDERB, C.; LENUCCI, M.S.; TLILI, I.; DALESSANDRO, G.; Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in Southern Italy. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 127, p. 255-261, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa>. Acesso em: 13 fev. 2015.

INSTITUTE OF MEDICINE. Food and Nutrition Board. **Dietary Reference Intakes**. Washington, DC: National Academic Press, 2001.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS - IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 11, p. 50-57, 1981.

ISLAM, M.N.; FLINK, L.N. Dehydration of potato II - osmotic concentration and its effect on air drying behavior. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 17, p. 387–403, 1982.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S.; ONODA, S.M. **Sweet Grape**: Um modelo de inovação na gestão da cadeia de produção e distribuição de hortaliças diferenciadas no Brasil. São Paulo: ESPM, Central de Cases, 2011. 19 p.

KALAC, P. Lycopene and tomatine in tomatoes. **Výziva a Potraviný**, Praha, v. 4, p. 89-91, 2009.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 36, p. 703-725, 2001.

KHACHIK, F.; CARVALHO, L.; BERNSTEIN, P.S.; MUIR, G.J.; ZHAO, D.Y.; KATZ, N.B. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. **Experimental Biology and Medicine**, Maywood, v. 227, p. 845–851, 2002.

KOBORI, C.N.; HUBER, L.S.; KIMURA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenoides em produtos de tomate. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. 78-83, 2010.

KOH, E.; CHAROENPRASERT, S.; MITCHELL, A.E. Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids and carotenoids and their stability over one-year storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 1, p. 23-28, 2012.

KOONER, K.S.; RANDHAWA, K.S. Effect of varying levels and sources of nitrogen on yield and processing qualities of tomato varieties. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 267, p. 93-99, 1990.

KORNDORFER, G.H. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, 2006. p. 355-374.

KOTKOV, Z.; HEJTMNKOV, A.; LACHMAN, J. Determination of the influence of variety and level of maturity of the content and development of carotenoids in tomatoes. **Czech Journal of Food Science**, Praha, v. 27, p. S200–S203, 2009.

KRZYŻANOWSKA, J.; CZUBACKA, A.E.; OLESZEK, W. Dietary phytochemicals and human health. In: GIARDI, M.T.; REA, G.; BERRA, B. (Ed.). **Bio-farms for nutraceuticals**. New York: Landes Bioscience and Springer Science Business Media, 2010. cap. 7, p. 77-80.

KURZ, C.; CARLE, R.; SCHIEBER, A. HPLC-DAD-MS characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. **Food Chemistry**, Barking, v. 110, p. 522-530, 2008.

LAND, D.G.; SHEPHERD, R. Scaling and ranking methods. In: PIGGOTT, J.R. **Sensory analysis of foods**. New York: Elsevier Applied Science, 1998. p. 155-170.

LAVELLI, V.; HIPPELI, S.; PERI, C.; ELSTNER, E.F. Evaluation of radical scavenging activity of fresh and air-dried tomatoes by three model reactions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 47, p. 3826–3831, 1999.

LAZARIDES, H.N.; KATSANIDIS, E.; NICKOLAIDIS, A. Mass transfer during osmotic pre-concentration aiming at minimal solid uptake. **Journal of Food Engineering**, London, v. 25, p. 151–166, 1995.

LE GALL, G.; DUPONT, M.S.; MELLON, F.A.; DAVIS, A.L.; COLLINS, G.J., VERHOEYEN, M.E.; COLQUHOUN, I.J. Characterization and content of flavonoid glycosides in genetically modified tomato (*Lycopersicon esculentum*) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 51, p. 2438-2446, 2003.

LENART, A.; FLINK, J.M. Osmotic concentration of potatoes I. Criteria for the end-point of the osmosis process. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 19, n. 1, p. 45–63, 1984.

LENUCCI, M.S.; CADINU, D.; TAURINO, M.; PIRO, G.; DALESSANDRO, G. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, p. 2606-2613, 2006.

LEONARDI, C.; AMBROSINO, P.; ESPOSITO, F.; FOGLIANO, V. Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 4723–4727, 2000.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruits: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, p. 1217–1220, 1985.

LI, Y.; SCHELLHORN, H.E. New developments and novel therapeutic perspectives for vitamin C. **Journal of Nutrition**, Springfield, v. 137, n. 10, p. 2171-2184, 2007.

LOURENÇO, G.A. **Desidratação parcial de tomate cereja em secador de bandejas vibradas com reciclo**. 2011. 94 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

MACHADO, M.A.R.; OLIVEIRA, G.R.M.; PORTAS, C.A.M. Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 255, p. 333-341, 2003.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potatos, 1997. 319 p.

MANACH, C.; WILLIAMSON, G.; MORAND, C.; SCALBERT, A.; RÉMÉSY, C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 81, p. 230S–242S, 2005. Supplement.

MARCHAND, L.L. Cancer preventive effects of flavonóides – a review. **Biomedicine and Pharmacotherapy**, Paris, v. 56, p. 296-301, 2002.

MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2009. p. 267-297.

MARKOVIC, K.; HRUSKAR, M.; VAHCIC, N. Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians. **Nutrition Research**, Amsterdam, v. 26, n. 11, p. 556-560, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MARSCHNER, P.; CROWLEY, D.; RENGEL Z. Rhizosphere interactions between microorganisms and plants govern iron and phosphorus acquisition along the root axis - model and research methods. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 43, p. 883-894, 2011.

MARSHALL, M.R.; KIM, J.; WEI, C.I. **Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods**. Roma, 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org>. Acesso em: 19 fev. 2013.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; PROVAN, G. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 82, p. 323-330, 2002.

MATOS, J.K. A podridão apical em tomate. **Cerrado**, Brasília, DF, v. 5, n. 17, p. 20, 1972.

MAYER-MIEBACH, E.; BEHSNILIAN, D.; REGIER, M.; SCHUCHMANN, H.P. Thermal processing of carrots: lycopene stability and isomerisation with regard to antioxidant potential. **Food Research International**, Amstedam, v. 38, n. 8/9, p. 1103-1108, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. New York: CRC Press, 1987. 281 p.

MIDDLETON, E.; KANDASWAMI, C.; THEOHARIDES, T.C. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. **Pharmacological Reviews**, Baltimore, v. 52, p. 673–751, 2000.

MILANESIO, M.; BIANCHI, R.; UGLIENGO, P.; ROETTI, C.; VITERBO, D. Vitamin C at 120 K: experimental and theoretical study of the charge density. **Journal of Molecular Structure**, Amsterdam, v. 419, p. 139-154, 1997.

MOELLER, S.M.; JACQUES, P.F.; BLUMBERG, J.B. The potential role of dietary xanthophylls in catarat and age-related macular degeneration. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, p. 522S-527S, 2000.

MONTEIRO, C.S. **Desenvolvimento de molho de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill formulado com cogumelo *Agaricus brasiliensis***. 2008. 176 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.D.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

MORAIS, A.H. de A. **Diversidade de carotenóides antioxidantes em frutos de espécies de *Solanum* (seção *Lycopersicon*)**: caracterização via Cromatografia Líquida de Alta Resolução (CLAE) e análise filogenética do gene codificador da enzima Licopeno- β -ciclase. 2007. 106 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Biologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007.

MORITZ, B.; TRAMONTE, V.L.C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

MOTA, R.V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêsego submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 789-794, 2005.

MUNHOZ, C.L.; UMEBARA, T.; BRANCO, I.G., SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J. Caracterização e aceitabilidade de tomate seco. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 252-256, 2011.

MURARI, R.C.B.D.L. **Cinética da desidratação osmo-convectiva de tomates**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, 2000.

NACHTIGALL, A.M.; FONSECA, A.S.; MACHADO, M.R.G.; VENDRUSCOLO, C.T.; GULARTE, M.A. Desenvolvimento de tomate desidratado em conserva. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 3, p. 11.88.

NEVES, R.M.M. **Adubação fosfatada do tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill) na Micro-Região do Brejo Paraibano**. 1987. 43 p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1987.

NIIZU, P.Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A melancia como fonte de licopeno. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 195-200, 2003.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO - NEPA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 1. ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2004. 42 p.

OLIVEIRA, J.T.A.; PEREIRA, S.M.P.; BERGAMASCO, S.M.P.P. Aspectos sócio-econômicos da cultura do tomate de mesa. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP, Campinas. **Perspectivas e pesquisas...** Campinas: UNICAMP, 2004. p. 60.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PADULA, M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 16, p. 209-216, 1987.

PAIVA, S.A.R.; RUSSELL R.M.; DUTTA S.K. β -carotene and other carotenoids as antioxidants. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 18, n. 5, p. 426–433, 1999.

PARR, A.J.; BOLWELL, G.P. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 985–1012, 2000.

PEDRO, A.M.K. **Determinação simultânea e não destrutiva de sólidos totais e solúveis, licopeno e betacaroteno em produtos de tomate por espectroscopia no infravermelho próximo utilizando calibração multivariada**. 2004. 102 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PEREDA, J.A.O. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: ArtMed, 2005.

PERIAGO, M.J.; GARCIA-ALONSO, J. Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicum esculentum*) during vine ripening. **International Journal of Food Science and Nutrition**, Parma, v. 60, n. 8, p. 694–708, 2009.

PINELA, J.; BARROS, L.; CARVALHO, A.M.; FERREIRA I.C.F.R. Nutritional composition and antioxidant activity of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) farmer varieties in Northeastern Portugal homegardens. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 50, p. 829-834, 2012.

PORCU, O.M.; RODRIGUEZ-AMAYA D.B. Variation in the carotenoid composition of the lycopene-rich Brazilian fruit *Eugenia uniflora* L. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 63, p. 195-199, 2008.

PORTE, A.; MAIA, L.H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, n. 1, p. 105-118, 2001.

PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; NOHYNEK, L.; MEIER, C.; KÄHKÖNEN, M.; HEINONEN, M.; HOPIA, A.; OKSMAN-CALDENTY, K.M. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. **Journal of Applied Microbiology**, Oxford, v. 90, p. 494-507, 2001.

RANDHIR, R.; LIN, Y.T.; SHETTY, K. Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Melbourne, v. 13, p. 295-307, 2004.

RAO, M.H. Growth, yield and quality of tomato, carrot and cauliflower as influenced by levels and sources of potassium. **Journal of Potassium Research**, New Delhi, v. 10, n. 4, p. 402-406, 1994.

RAO, A.V.; AGARWAL, S. Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer. **Nutrition and Cancer**, Philadelphia, v. 31, p. 199-203, 1998.

RAO, A.V.; RAO L.G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research**, London, v. 55, n. 3, p. 207-216, 2007.

RAUPP, D.D.S.; GABRIEL, L.S.; VEZZARO, A.F.; DAROS, P.A.; CHRESTANI, F.; GARDINGO, J.R.; BORSATO, A.V. Tomate longa vida desidratado em diferentes temperaturas de secagem. **Acta Scientiarum, Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 33-39, 2007.

RAUPP, D.D.S.; GARDINGO, J.R.; SCHEBESKI, L.S.; ANDRADE, C.; AMADEU, A. V.B. Processamento de tomate seco de diferentes cultivares. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 39, n. 2, p. 415-422, 2009.

RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B.; SAGGIN JÚNIOR, O.J. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 206-212, 2004.

RINALDI, M.M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B.N.; SALES, R.N.; AMARAL, R.D.A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305-316, 2011.

ROCHA, M.C.; GONÇALVES, L.S.A.; CORRÊA, F.M.; RODRIGUES, R., SILVA, S. L.; ABBOUD, A.C.D.S.; CARMO, M.G.F.D. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 1-7, 2008.

ROCHA, M.Q.; PEIL, R.M.N.; COGO, C.M. Rendimento do tomate cereja em função do cacho foral e da concentração de nutrientes em hidroponia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 466-471, 2010.

ROCK C.L. Carotenoids: biology and treatment. **Pharmacology and Therapeutics**, New York, v. 75, n. 3, p. 185-197, 1997.

RODRIGUES, H.G.; DINIZ, Y.S.A.; FAINE, L.A.; ALMEIDA, J.A.; FERNANDES, A.A.H.; NOVELLI, E.L.B. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, p. 315-320, 2003.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001.

ROMERO, L.M.; MIGUEL, M.H.; SPOGIS, N.; KIECKBUSCH, T.G. Cinética de secagem de tomates em fatias pré-tratadas: Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS PARTICULADOS, 25., 1997, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBEQ, 1997. p. 627.

ROMUALDO, L.M. **Modos de aplicação de zinco no crescimento inicial de plantas de milho e de sorgo em casa de vegetação**. 2008. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2008.

ROSA, C.; SOARES, A.G.; FREITAS, D.; ROCHA, M.C.; FERREIRA, J.; GODOY, R. Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*lycopersicum esculentum* mill) do tipo 'heirloom' produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada Physical-chemical, nutritional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 649-656, 2012.

ROSA, J.S.; GODOY, R.L.O.; NETO, J.O.; CAMPOS, R.S.; MATTA, V.M.; FREIRE, C.A.; SILVA, A.L.; SOUZA, R.S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 837-846, 2007.

SAHLIN, E.; SAVAGE, G.P.; LISTER, C.E. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 17, n. 5, p. 635-647, 2004.

SAINJU, U.M.; DRIS, R.; SINGH, B. Mineral nutrition of tomato. **Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 1, n. 2, p. 76-184, 2003.

SAMMAN, S.; LYONS WALL, P.M.; COOK, N.C. Flavonoids and coronary heart disease: Dietary perspectives. In: RICE-EVANS, C.A.; PACKER, L. (Ed.). **Flavonoids in health and disease**. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 469-482.

SANINO, A.; CORTEZ, L.B.; MEDEROS, B.T. Vida de prateleira do Tomate (*Lycopersicum esculentum*), variedade “Débora”, submetido a diferentes condições de resfriamento. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP, Campinas. **Perspectivas e pesquisas...** Campinas: UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom032.pdf>>. Acesso em: 07 ago. 2014.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E.J.; MENEGALLI, F.C.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. **Italian Journal of Food Science**, Roma, v. 17, n. 3, p. 305-314, 2005.

SANTOS-SÁNCHEZ, N.F.; VALADEZ-BLANCO, R.; GÓMEZ-GÓMEZ, M.S.; PÉREZ-HERRERA, A.; SALAS-CORONADO, R. Effect of rotating tray drying on antioxidant components, color and rehydration ratio of tomato saladette slices. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 46, n. 1, p. 298-304, 2012.

SANTOS, E.M. **Secagem de tomates inteiros submetidos a descascamento químico**. 2008. 99 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2008.

SANTOS, I.S.; BARBEADO, C.J.; PIPITAI, R.; FERREIRA, S.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca x B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 8, p. 19-23, 1990.

SAPERS, G.M.; MILLER, R.L. Browning inhibition in fresh-cut pears. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SAS Institute. **Base SAS 9.3 Procedures Guide: Statistical Procedures**. Cary, NC, 2011.

SAURE, M.C. Review. Blossom-end rot of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) – a calcium – or a stress-related disorder? **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 90, p. 193-208. 2001.

SEBRAE. **Como montar uma fábrica de tomate seco**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-tomate-seco>> Acesso em: 30 jun. 2015.

SEDDON, J.M.; AJANI, U.A.; SPERDUTO, R.D.; HILLER, R.; BLAIR, N.; BURTON, T.C.; FARBER, M.D.; GRAGOUDAS, E.S.; HALLER, J.; MILLER, D.T. et al. Dietary carotenoids, vitamins A, C, and E, and advanced age-related macular degeneration. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 272, p. 1413-1420, 1994.

SENTANIN, M.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 787-792, 2007.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics**. Lancaster: Technomic Publishing Company, 1995.

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SHI, J.; LE MAGUER, M. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. **Critical Reviews in Biotechnology**, Boca Raton, v. 20, n. 4, p. 293-334, 2000.

SHI, J.; LE MAGUER, M.; KAKUDA, Y.; LIPTAY, A.; NIEKAMP, F. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. **Food Research International**, Amsterdam, v. 32, p. 15–21, 1999.

SHI, J.X.; LE MAGUER, M.; WANG, S.L.; LIPTAY, A. Application of osmotic treatment in tomato processing-effect of skin treatments on mass transfer in osmotic dehydration of tomatoes. **Food Research International**, Amsterdam, v. 30, p. 669–674, 1997.

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 292-298, 2010.

SIES, H.; STAHL, W. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, v. 336, n. 1, p. 1-9, 1996.

SILVA, A.G da. **Extração e estabilidade dos carotenóides obtidos do tomate processado (*Lycopersicon esculentum* Mill)**. 2001. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência, 2000.

SILVA, H.R.; CARRIJO, O.A.; MAROUELLI, W.A.; OLIVEIRA, C.A.S. Efeito da fertirrigação adubação fosfatada no cultivo do tomateiro longa vida sob o cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 288, 2003. Suplemento 2. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003.

SILVA, P.C.F. da. **Propriedades antioxidantes in vitro de uvas branca e de uva tinta e de seus respectivos vinhos elaborados**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia - da planta ao medicamento**. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004.

SINGH, P.; GOYAL, G.K. Dietary lycopene: Its properties and anticarcinogenic effects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Hoboken, v. 7, p. 255–270, 2008.

SLIMESTAD, R.; FOSSEN, T.; VERHEUL, M.J. The flavonoids of tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 56, p. 2436-2441, 2008.

SNODDERLY, D.M. Evidence for protection against age-related macular degeneration by carotenoids and antioxidant vitamins. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 62, p. 1448S-1462S, 1995.

SOUTHON, S.; FAULKES, R. Carotenoids in food: bioavailability and functional benefits. In: _____. **Phytochemical functional foods**. Chicago: Woodhead CRC LLC, 2003. cap. 7.

SOUZA, J.A.R.; MOREIRA, D.A.; FERREIRA, P.A.; MATOS, A.T. Avaliação de frutos de tomate de mesa produzidos com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 198-207, 2009.

SOUZA, N. Tomate mais doce sem acidez. **O Estado de São Paulo, Caderno Agrícola**, São Paulo, 27 jun. 2007.

STEWART, A.J.; BOZONNET, S.; MULLEN, W.; JENKINS, G.I.; LEAN, M.E.J.; CROZIER, A. Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 2663-2669, 2000.

STOMMEL, J.; ABBOTT, J.A.; SAFTNER, R.A.; CAMP, M.J. Sensory and objective quality attributes of beta-carotene and lycopene-rich tomato fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 130, p. 244–251, 2005.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993. 338 p.

STRINGHETA, P.C.; NACHTIGALL, A.M.; OLIVEIRA, T.T.; RAMOS, A.M.; SANT'ANA, H.M.P.; GONÇALVES, M.P.J.C. Lutein: antioxidant properties and health benefits. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 2, p. 229-238, 2006.

STRUMILLO, C.; KUDRA, T. **Drying: principles, applications and design**. London: Gordon and Breach Science, 1986.

SUÁREZ, M.H; RODRÍGUEZ, E.M.R.; ROMERO, C.D. Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes. **Food Chemistry**, Barking, v. 104, n. 2, p. 489-499, 2007.

SUÁREZ, M.H; RODRÍGUEZ, E.M.R.; ROMERO, C.D. Chemical composition of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from Tenerife, the Canary Islands. **Food Chemistry**, Barking, v. 106, n. 3, p. 1046-1056, 2008.

TAKEOKA, G.R.; DAO, L.; FLESSA, S.; GILLESPIE, D.M.; JEWELL, W.T.; HUEBNER, B.; BERTOW, S.; EBELER, S.E. Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 3713-3717, 2001.

TAVARES, J.T.Q.; SILVA, C.L.; CARVALHO, L.A.; SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.G. Estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja submetido a diferentes tratamentos. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1/2, 2000. Disponível em: file:///C:/Users/marilia/Downloads/jose-torquato-de-queiroz-tavares%20(1).pdf.

THOMPSON, K.A.; MARSHALL, M.R.; SIMS, C.A.; SARGENT, S.A.; SCOTT, J.W. Cultivar, maturity, and heat treatment on lycopene content in tomatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, p. 791-795, 2000.

THYBO, A.K.; EDELENBOS, M.; CHRISTENSEN, L.P.; SORENSEN, J.N.; THORUP-KRISTENSEN, K. Effect of organic growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. **LWT-Food Science and Technology**, London, v. 39, n. 8, p. 835-843, 2006.

TOLONEN, M. Vitaminas. In: PÉREZ, B.S. **Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1995. cap. 4, p. 125-185.

TONON, R.V.; BARONI, A.F.; HUBINGER, M.D. Estudo da desidração osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 715-723, 2006.

TOOR, R.K.; SAVAGE, G.P. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. **Food Chemistry**, Barking, v. 94, n. 1, p. 90-97, 2006.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structure effects. **Journal of Food Engineering**, London, v. 49, n. 3, p. 247-253, 2001.

TRANI, P.E.; PASSOS, F.A.; MELO, A.M.T.; RIBEIRO, I.J.A. Avaliação da produtividade e qualidade comercial de quatro genótipos de tomate do tipo “cereja”. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP, Campinas. **Perspectivas e pesquisas...** Campinas: UNICAMP, 2003. Disponível em: <<http://www.agr.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom006.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

TRUJILLO-QUIJANO, J.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; ESTEVES, W.; PLONIS, G.F. Carotenoid composition and vitamin A values of oils from Brazilian palm fruits. **Fat Science and Technology**, Leinfelden, v. 6, p. 222-226, 1990.

TSAO, R.; MCCALLUM, J. Chemistry of flavonoids. In: DE LA ROSA, L.A.; ALVAREZ-PARRILLA, E.; GONZALEZ-AGUILAR, G. (Ed.). **Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability**. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, 2009. chap. 5, p. 131-153.

USDA. Agricultural Research Service. **Nutrient Database for Standard Reference**. Nutrient Data Laboratory. Beltsville, MD, 2011. Disponível em: http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl. Acesso em: 18 dez. 2014.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; MARTÍNEZ-HUÉLAMO, M.; JÁUREGUI, O.; ANDRES-LACUEVA, C.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Phenolic profile and hydrophilic antioxidant capacity as chemotaxonomic markers of tomato varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 59, p. 3994–4001, 2011.

VENSKE, C.; SANTOS, J.D.; RAUPP, D.D.S.; GARDINGO, J.R.; BORSATO, A.V. Influência do grau de maturação nas características sensoriais do tomate seco envasado em óleo. **Publicatio UEPG. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharia**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 33-40, 2004.

VILAS BOAS, E.V.B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 59 p.

WELCH, R.W.; WANG, Y.; CROSSMAN JUNIOR, A.; PARK, J.B.; KIRK, K.L.; LEVINE, M. Accumulation of vitamin C (ascorbate) and its oxidized metabolite dehydroascorbic acid occurs by separate mechanisms. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 270, p. 12584-12592, 1995.

WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**, London: Chapman and Hall, 1994. 357 p.

XIANQUAN, S.; SHI, J.; KAKUDA, Y.; YUEMING, J. Stability of lycopene during food processing and storage. **Journal of Medicinal Food**, Larchmont, v. 8, n. 4, p. 413–422, 2005.

ZANONI, B.; PERI, C.; NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage of tomato halves as affected by drying. **Food Research International**, Amsterdam, v. 31, p. 395–401, 1999.

ZARIPHEH, S.; ERDMAN JUNIOR, J.W. Factors that influence the bioavailability of xanthophylls. **Journal of Nutrition**, Springfield, v. 132, p. 5315-5345, 2002.