

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**INVESTIGAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS EM TOMATES**  
**(*Lycopersicon esculentum* L.) APÓS PROCESSAMENTO TÉRMICO**

**MARIZETE CAVALCANTE DE SOUZA VIEIRA**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Março - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**INVESTIGAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS EM TOMATES**  
**(*Lycopersicon esculentum* L.) APÓS PROCESSAMENTO TÉRMICO**

**MARIZETE CAVALCANTE DE SOUZA VIEIRA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Giuseppina Pace Pereira Lima

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp – Campus  
de Botucatu, para obtenção do título de  
Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP  
Março – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

V657i Vieira, Marizete Cavalcante de Souza, 1986-  
Investigação dos compostos bioativos em tomates  
(*Lycopersicon esculentum* L.) após processamento térmico  
/ Marizete Cavalcante de Souza Vieira. - Botucatu :  
[s.n.], 2016  
viii, 49 f. : fots. color., grafs. color., tabs.  
  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2016  
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima  
Inclui bibliografia  
  
1. Tomate - Processamento. 2. Antioxidantes. 3. Bioquímica. 4. Carotenos. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Botucatu



**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** INVESTIGAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS EM TOMATES  
SALADETE APÓS PROCESSAMENTO TÉRMICO

**AUTORA:** MARIZETE CAVALCANTE DE SOUZA VIEIRA

**ORIENTADORA:** GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA  
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA  
Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu

Profa. Dra. CAMILA RENATA CORREA CAMACHO  
Departamento de Clínica Médica / Faculdade de Medicina de Botucatu

Prof. Dr. IGOR OTAVIO MINATEL  
Depto. de Ciências Biológicas / Faculdade Sudoeste Paulista - FSP

Botucatu, 23 de março de 2016.

À minha família, meus pais (José Cavalcante de Souza Neto e Maria Vieira Paulina), duas incríveis e admiráveis pessoas Aos meus irmãos (José e Elizete), que venceram as dificuldades junto comigo, meu tio (Orozino) que é como um pai, e meu amado namorado (Epaminondas).

***DEDICO***

Aos meus eternos e amados avós Pedro (que nos deixou em 1996) e Joana (que nos deixou em 2015), momento muito difícil e triste que passei.

***OFEREÇO***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e Nossa Senhora Aparecida pela vida, por me dar forças para lutar, conquistar e vencer meus sonhos e obstáculos durante a minha caminhada, pelas pessoas colocadas em meu caminho, pela família que não existe outra melhor. Agradeço por todos os momentos maravilhosos que passei, pelos momentos difíceis também, porque serviram como lição de vida e aprendizado. Os dias de angústia, cansaço, tédio, valeram a pena para alcançar e vencer meus objetivos.

À minha família, meus pais José e Maria, duas incríveis e admiráveis pessoas que mesmo com pouco estudo, fizeram o possível e até mesmo o impossível para dar oportunidade de chegar onde estou hoje, e me fortalecer durante toda minha vida, e principalmente nessa fase que fiquei distante deles, sempre me apoiaram e me fortaleceram em cada momento. Aos meus irmãos José e Elizete, que venceram as dificuldades junto comigo e hoje estão também na pós-graduação, meu tio (Orozino) que é como um pai, que me apoiou, aconselhou nesta caminhada. Meu amado namorado (Epaminondas), que mesmo longe me amou, me entendeu e deu forças para realização dessa conquista.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas/ UNESP, Campus de Botucatu pela formação e oportunidade de concretizar o curso de Mestrado em Agronomia/Horticultura.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

À minha orientadora, Profa. Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima pela orientação durante todos estes anos. Que Deus te abençoe sempre e o meu muito obrigado.

Ao Drº. Igor Minatel pela participação na banca e por toda a ajuda, paciência em esclarecer minhas dúvidas.

À Drª Camila Correa pela participação na banca, pelas sugestões desde a qualificação.

À Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Rondonópolis, pela formação. Ao meu ex-orientador Prof. Dr Helder Lopes Teles que me mostrou o caminho a seguir com os seus ensinamentos, aos meus queridos professores Elza Amélia, Mauro Osvaldo, Claudionor de Oliveira, José Libério, Paulo Roberto, Hilton

Morbec, Nídia e Wilson Menegazzo e todos os demais que contribuíram para a minha formação.

À Luciana Manuel, pessoa incrível, amiga, de um coração enorme, tudo que eu sei hoje, você contribuiu para isso, Tatiana Marquini, Josiane Pereira, e Luciana Borges, Edvar Silva, Renê Arnoux, Fernando Broeto que me ajudaram muito.

Os amigos que levarei sempre no coração, Josiane Pereira, Kelly Nunes, Ana Emília Tavares, Nathália de Brito, Breno Kennedy, Marlon Jocimar, Rúbia, muito obrigada pela amizade e auxílio.

À todos os amigos da graduação, em especial as companheiras: Nélida Auxiliadora, Josiani Souza, Viviane de Jesus, Adriana Magalhães, Rosanea Menezes, que fizeram grande diferença em minha vida, e mesmo distante sempre lembro nossos momentos felizes.

À minha querida e amada amiga Milena Galhardo Borguini, que sempre esteve comigo, ajudando e incentivando. Só nós sabemos a dificuldade que tivemos para chegarmos até aqui. Amo muito você fia! Seus pais, dona Tereza e seu Carlos, vocês são minha segunda família, me acolheram, sempre que precisei e preciso, vocês estão de braços abertos a me ajudar, que Deus os abençoe sempre e obrigada por tudo.

À todos do laboratório, os que ainda estão, e aqueles que já terminaram seus trabalhos, em especial à Kamila Monaco, Kelly Nunes, Milena Galhardo, Igor Minatel, Mônica Bartira, Marlon Jocimar, Uysha Fonda, Marla Diamante, Ana Paula Ferraz, Mariana Lozano, Sérgio Marques, Luciana Manoel, Natalia Reis, Raquel Cavasini, Adelita Kupper, Luan Ormond e Felipe Baldini, obrigada pela ajuda na implantação do projeto e nas análises do experimento. O Willian Takata, por toda ajuda sempre que preciso, você é demais, obrigada por tudo.

Aos funcionários Do Departamento de Química e Bioquímica, em especial a Elaine, Gabriela Valim, Lurdinha, Fabio Fava, Augusto, que sempre que precisei me ajudaram e a todos os demais que sempre me trataram com carinho e respeito. Sentirei muitas saudades.

À Camila, João, Valora, Laís, Felipe, Marina, Vânia, Marcos, Pedro Padilha pelos momentos de descontração nos churrasquinhos.

**Os meus sinceros agradecimentos!**

## SUMÁRIO

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| LISTA DE FIGURAS.....                                         | VII  |
| LISTA DE TABELAS.....                                         | VIII |
| RESUMO.....                                                   | 1    |
| SUMMARY.....                                                  | 2    |
| 1 INTRODUÇÃO .....                                            | 3    |
| 2 OBJETIVO .....                                              | 4    |
| 2.1 Objetivos específicos .....                               | 4    |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA.....                                  | 5    |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS.....                                     | 12   |
| 4.1 Experimento.....                                          | 12   |
| 4.2 Processamento. ....                                       | 13   |
| 4.3 Teor de umidade .....                                     | 15   |
| 4.4 Análises físico-químicas .....                            | 15   |
| 4.5 Análises bioquímicas .....                                | 16   |
| 5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....       | 19   |
| 6. RESULTADOS .....                                           | 20   |
| 6.1 Caracterização físico-química.....                        | 20   |
| 6.2. Caracterização bioquímica e atividade antioxidante ..... | 22   |
| 7 DISCUSSÃO .....                                             | 30   |
| 8 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....                                  | 37   |
| 9 CONCLUSÃO .....                                             | 38   |
| 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                           | 38   |
| 11 ANEXOS .....                                               | 48   |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Cultivo em ambiente protegido (estufa) (A), tomateiro tutorado (B).....                                             | 13 |
| <b>Figura 2.</b> Tomates com pele e sementes (A); tomates sem pele e sementes (B).....                                               | 13 |
| <b>Figura 3.</b> Processador doméstico utilizado no processamento do tomate.....                                                     | 14 |
| <b>Figura 4.</b> Micro-ondas Panasonic (A); panela de aço inox utilizada no experimento (B).....                                     | 14 |
| <b>Figura 5.</b> Perda de água em purê de tomate <i>in natura</i> , cozidos em fervura e micro-ondas por 5, 10, 20 e 40 minutos..... | 20 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Compostos nutricionais em 100 g de tomate <i>in natura</i> .....                                                                                                             | 7  |
| <b>Tabela 2.</b> Características de qualidade (acidez titulavel, pH, sólidos solúveis) em purê de tomate com casca e sementes e purê sem casca e sementes.....                                | 22 |
| <b>Tabela 3.</b> Teores de ácido ascórbico, dehidroascórbico e total de vitamina C durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com pele e sementes e sem pele e sementes..... | 23 |
| <b>Tabela 4.</b> Teores de Fenóis totais e Flavonoides totais durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com pele e sementes e sem pele e sementes.....                      | 24 |
| <b>Tabela 5.</b> Teores de Fenóis totais e Flavonoides totais durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com pele e sementes e sem pele e sementes.....                      | 25 |
| <b>Tabela 6.</b> Espermidina, espermina, serotonina e dopamina em purê de tomate submetido e diferentes tempos de cozimento em fervura e micro-ondas.....                                     | 26 |
| <b>Tabela 7.</b> Tiramina, Histamina, Cadaverina e putrescina em purê de tomate submetido e diferentes tempos de cozimento em fervura e micro-ondas.....                                      | 28 |
| <b>Tabela 8.</b> Teores de DPPH, FRAP Hidrossolúvel e FRAP Lipossolúvel durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com pele e sementes.....                                  | 29 |

**INVESTIGAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS EM TOMATES (*Lycopersicon esculentum* L.) APÓS PROCESSAMENTO TÉRMICO.**  
Botucatu, 2016. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista

Autor: MARIZETE CAVALCANTE DE SOUZA VIEIRA

Orientadora: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

**RESUMO**

O objetivo desse estudo foi comparar o impacto de duas formas de processamento térmico (cozimento por fervura em panela e por micro-ondas), associado a presença ou ausência da casca e sementes, no conteúdo de compostos bioativos (vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides, poliaminas). O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de São Manuel – Botucatu - São Paulo em ambiente protegido. Após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório de Bioquímica Vegetal, higienizados e submetidos aos tratamentos de cocções em fervura (panela convencional) e micro-ondas durante os tempos de 5, 10, 20 e 40 minutos. Os frutos foram processados com pele e com sementes; sem pele e sem sementes. Foram avaliados pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico e dehidroascórbico, fenóis totais, flavonoides totais, atividade antioxidante pelo método de DPPH e FRAP e poliaminas. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com esquema fatorial 5x 2 x 2, utilizando o Teste de *Scott-Knott* ( $p < 0,05$ ). Foi observada diferença significativa para os fatores avaliados, bem como para sua interação. De forma geral, o purê de tomate cozido na fervura em panela por 40 minutos pode ser mais rentável para o aumento dos compostos bioativos, como atividade antioxidante total, vitamina C, compostos fenólicos, carotenoides, acidez, sólidos solúveis. O consumo do tomate com a pele e a semente apresentaram variações em relação aos compostos bioativos, que pode afirmar que o uso do tomate inteiro contém teores mais elevados destes compostos com atividade antioxidante.

**Palavras chave:** *Solanum lycopersicum* L., hortalica-fruto, atividade antioxidante, cocção

**INVESTIGATION OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN TOMATOES (*Lycopersicon esculentum* L.) AFTER THERMAL PROCESSING.** Botucatu, 2016. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista

Author: MARIZETE CAVALCANTE DE SOUZA VIEIRA

Adviser: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

**SUMMARY**

The aim of this study was to compare the impact of two forms of thermal processing (cooking by boiling in pan and microwave), associated with the presence or absence of skin and seeds, in the content of bioactive compounds (vitamin C, carotenoids, phenolic compounds, flavonoids and polyamines). The experiment was conducted at the Experimental Farm of São Manuel – Botucatu/São Paulo in a protected environment. After the harvest, the fruits were transported to the Laboratory of Biochemical Plant, sanitized and submitted to treatments: cooking in boiling (conventional pan) and microwave during the times 5, 10, 20 and 40 minutes. The fruits were processed with skin and seeds; without skin and seeds. The pH, titratable acidity, soluble solids, ascorbic acid and dehydroascorbic acid, total phenols, total flavonoids, antioxidant activity by DPPH and FRAP method and polyamines were evaluated. The design was completely randomized with factorial 5 x 2 x 2 using the *Scott-Knott* test ( $p < 0.05$ ). Significant difference was observed for the factors evaluated, as well as their interaction. In general, the cooked tomato puree at the boil for 40 minutes in the pan can be more profitable for the increase of bioactive compounds such as total antioxidant activity, vitamin C, phenolics compounds, carotenoids, acidity, soluble solids. The use of tomato with skin and seed present variations in relation to bioactive compounds that can say that the whole tomato consumption contains higher levels of these compounds with antioxidant activity.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* L., vegetable, fruit, antioxidant activity, cooking

## 1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de grande importância econômica. Originário da América Central e do Sul, com grande aceitabilidade no mundo devido a sua diversificada forma de consumo (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007). Está entre as hortaliças mais importantes do Brasil, ocupando o segundo lugar, perdendo apenas para a batata. Cultivado em quase todos os Estados brasileiros, o tomate é muito consumido na forma *in natura* e na indústria, como suco, molho, pasta, desidratado (MATTEDI et al., 2007; FAO, 2012).

O tomate Saladete ou tomate italiano é muito utilizado tanto na forma *in natura* quanto processado. Com frutos alongados de 7 a 10 cm, diâmetro transversal reduzido de 3 a 5 cm, polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes e saborosos (FILGUEIRA, 2008; ALVARENGA, 2004). Características importantes para atração de consumidores que buscam produto de melhor qualidade.

O tomate é um alimento rico em compostos bioativos, como vitaminas A e C, compostos fenólicos e o licopeno considerados importantes antioxidantes que atuam na prevenção de diversas doenças como o câncer e doenças cardiovasculares, sendo considerado um alimento funcional (GEORGE et al., 2004; SAHLIN et al., 2004, CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

O fruto do tomateiro é muito utilizado na indústria e o processamento industrial inclui o tratamento térmico, utilizado para inativar algumas enzimas, micro-organismos e diminuir a umidade. Com o processamento térmico pode ocorrer alterações na composição nutricional, aparência, cor, sabor, entre outras características do produto (CAPANOGLU et al., 2008). O cozimento doméstico como em fervura em panela ou micro-ondas também podem alterar a qualidade dos alimentos. Assim, tomates processados podem apresentar menor ou maior conteúdo de compostos que oferecem benefícios para a saúde (YABUSHITA et al., 2000; VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2012).

Em função destas alterações nutricionais, faz-se muito importante a quantificação dos compostos bioativos presentes em tomates do tipo Saladete, de forma a verificar a qualidade nutricional deste alimento após seu processamento para consumo.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo desse estudo foi comparar o impacto de duas formas de processamento térmico (cozimento por fervura e por micro-ondas) no conteúdo de compostos bioativos (vitamina C, carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides, poliaminas).

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar a influência de diferentes tempos de cozimento em purê de tomate.

Avaliar o efeito da presença ou ausência da pele e da semente no conteúdo de compostos bioativos em purê de tomate.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

A família Solanaceae, possui mais de 3.000 espécies, incluindo plantas de importância econômica como batata, berinjela, tabaco, pimenta e o tomate. O gênero *Solanum* é o maior desta família, abrangendo aproximadamente 1.700 espécies, presentes em todos os continentes de clima temperados e tropicais (WEESE; BOHS, 2007).

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das espécies mais importantes da família Solanaceae, com uma produção mundial de 164 milhões de toneladas (WEESE; BOHS, 2007, FAO, 2015). No Brasil, é uma das hortaliças mais importantes, cuja a produção é de aproximadamente 4,3 milhões de toneladas, sendo a segunda hortaliça mais produzida no país, em uma área cultivada de 65.178 ha<sup>-1</sup> (AGRIANUAL, 2015).

A maior produção se encontra nos Estados de Goiás com cerca de 720,7 mil toneladas, seguido por Minas Gerais com 667,6 mil toneladas, São Paulo com 568,9 mil toneladas, Bahia com 249 mil toneladas, Ceará com 234,4 mil toneladas e Rio de Janeiro com 185,8 mil toneladas, que respondem por aproximadamente 75% do volume comercializado. A cultura vem se expandindo na região Centro-Oeste desde 1990, devido às características edafoclimáticas da região, além do uso de tecnologias,

que favorecem o cultivo principalmente do tomateiro rasteiro (MAROUELLI et al., 2007, IBGE, 2015).

O tomate é uma hortaliça que se desenvolve bem em condições de climas tropicais e subtropicais, fresco, seco e com muita luminosidade. Tolerar temperaturas na faixa de 20 a 25 °C para produção de frutos de boa qualidade. Temperaturas permanentes acima de 35 °C prejudica a firmeza e a cor dos frutos, que podem ficar amarelados, devido à inibição da síntese do licopeno e de outros pigmentos que lhes dão a coloração vermelha (NAIKA et al., 2006).

O tomateiro pode ser cultivado de várias formas, como em campo aberto, em estufas ou sob condições de cobertura com plástico, este modo de cultivo em ambiente protegido passou a crescer muito nos últimos anos, pois protege a planta contra os danos causados pelo frio, pela chuva, micro-organismos, plantas daninhas e diversos outros fatores que podem prejudicar a cultura (ANDRIOLO, 2000).

A produtividade no Brasil cresce muito e os tomaticultores adotam medidas com o objetivo de melhorar a produção de frutos, como as mudanças na condução e tutoramento das plantas no campo. O tutoramento tem como objetivo dar suporte a planta durante o crescimento, aumentara ventilação, evitar a proliferação de micro-organismos que podem causar danos aos frutos, entre outros fatores que são importantes para o desenvolvimento da cultura. A maioria das cultivares de tomates de mesa possui crescimento indeterminado, com necessidade de tutoramento (ALVARENGA, 2004, MATOS et al., 2012).

O tomateiro é uma planta perene, de cultivo anual, com sistema radicular constituído de raiz principal ou pivotante, raízes secundárias e raízes adventícias. Aproximadamente 70% das raízes estão localizadas a menos que 20 cm da superfície (ALVARENGA, 2004).

O fruto é uma baga, carnoso e suculento com aspecto, tamanho e peso variados, dependendo da cultivar. A maioria dos frutos é de coloração vermelho intenso, quando maduros, resultante da combinação da cor da polpa com a película amarela (FILGUEIRA, 2008). Os frutos são sensíveis ao empilhamento, a quedas e a outros impactos, necessitando cuidados ao manuseá-los para não comprometer a qualidade (ANDREUCCETTI, 2005).

Aproximadamente 93% a 95% da composição do fruto é de água e o restante são compostos inorgânicos, ácidos orgânicos, açúcares, sólidos insolúveis e outros compostos (SILVA; GIORDANO, 2006).

Os frutos são consumidos das mais variadas formas: frutos frescos são consumidos em saladas, sanduíches, além de variedades destinadas ao processamento; são consumidos secos ou como pastas; conservas; molhos; sopas e sucos. Variados pratos utilizando tomates são tradicionais e estão na cultura de muitos países, bem como há muitas variedades de tomates com diversos usos sendo cultivadas para atender os consumidores (SHI; LE MAGUER, 2000).

Entre eles está o tomateiro da cultivar Saladete mais conhecido como italiano, uma hortaliça-fruto bastante cultivada e consumida tanto na forma *in natura* como processada. Rica em compostos importantes para a saúde, como, vitaminas A e C, carotenoides, principalmente o licopeno e  $\beta$ -caroteno, flavonoides, tocoferóis, cálcio, fósforo, ferro, sódio, entre outros (SAHLIN et al., 2004, SHAH et al., 2015). Um dos principais fatores para a expansão da cultura do tomate italiano é o crescimento do consumo em diferentes formas de processamento. Os frutos são alongados com cerca de 7 a 10 cm, com diâmetro transversal de 3 a 5 cm, polpa espessa, coloração vermelho intenso, sendo muito firmes e saborosos, (ALVARENGA, 2004, FILGUEIRA, 2008).

Aproximadamente 31% do total de hectares cultivados do tomateiro são destinados à indústria de processamento (ABCSEM, 2012). O processamento de tomate e seus produtos incluem várias técnicas de tratamento térmico, como secagem, pasteurização e cozimento, para inativar enzimas e micro-organismos ou também para diminuir o teor de água. Porém, estes tipos de processamento podem causar efeitos nos produtos, como mudanças na aparência, composição nutricional, aumento ou perda dos compostos antioxidantes (CAPANOGLU et al., 2008).

Entretanto, tomates *in natura* podem ter mais compostos benéficos à saúde, diferindo dos purês, molhos, sucos, entre outros que foram processados (TAKEOKA et al., 2001, RAMÍREZ-ANAYA et al., 2015). Assim, mais estudos são importantes para comprovar os efeitos do processamento nos alimentos.

**Tabela 1.** Composição nutricional em 100 g de tomate *in natura*. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                 |       |            |        |
|-----------------|-------|------------|--------|
| Carboidratos    | 3,1 g | Vitamina C | 23 mg  |
| Proteínas       | 1,1 g | Vitamina E | 40 mg  |
| Fibra alimentar | 1, g  | Vitamina A | 42 µg  |
| Cálcio          | 10 mg | Luteína    | 123 µg |

|          |       |                  |             |
|----------|-------|------------------|-------------|
| Fósforo  | 24 mg | $\beta$ caroteno | 101 $\mu$ g |
| Magnésio | 11 mg | LICOPENO         | 2 a 8 mg    |

Consumidores procuram alimentos saudáveis que tragam benefícios à saúde, ricos em metabólitos secundários (fitoquímicos), que protegem o corpo contra doenças. Os fitoquímicos têm ação antioxidante, que protegem as células contra os danos causados por radicais livres, inibe a oxidação de outras moléculas e o tomate é fonte destes fitoquímicos entre os quais destacam os carotenoides (principalmente o licopeno), vitamina C, entre outros (KAMEL, 2013).

Os compostos bioativos apresentam benefícios para a saúde. São considerados como antioxidantes, anticancerígenos, anti-hipertensivos, antimutagênicos e muitos possuem atividades antimicrobianas. Estudos indicam que o consumo de alimentos ricos em licopeno, como o tomate, auxilia na prevenção de câncer, pois podem eliminar espécies de radicais livres que podem ser gerados dentro de células (KAMEL, 2013). O licopeno é um dos melhores supressores biológicos de radicais livres, principalmente os derivados do oxigênio e também pode evitar a oxidação de lipoproteínas de baixas densidades (LDL) (DELGADO-VARGAS et al., 2003).

As espécies reativas de oxigênio (ROS) são formadas durante o processo metabólico normal nas plantas (BERGMAN et al., 2001). As plantas produzem os antioxidantes para combater a ação das ROS, que retardam ou inibem a reação destas espécies (VELIOGLU et al., 1998). A ingestão regular de tomates pode causar um aumento na proteção do DNA contra danos induzidos pelos oxidantes (RISO et al., 2004).

Ainda em relação aos compostos antioxidantes, o fruto do tomateiro e seus produtos, são ricos em compostos fenólicos, principalmente, as flavononas (naringenina glicosilada) e os flavonóis (quercetina, rutina e kaempferol) (SLIMESTAD; FOSSEN; VERHEUL, 2008). Os polifenóis são importantes antioxidantes relacionados à prevenção de doenças crônicas e degenerativas (LOPES et al., 2003).

Outras substâncias que são importantes por apresentarem atividades antioxidantes são as poliaminas (LIMA et al., 2006). Estes polímeros estão ligados a vários processos biológicos, incluindo a divisão celular e crescimento (BEZOLD et al., 2003). As poliaminas mais comuns são putrescina (Put), espermidina

(Spd) e espermina (Spm), ocorrendo nas plantas em formas livres ou ligadas (CREUS et al., 2001).

As poliaminas são consideradas reguladoras do desenvolvimento de células vegetais, mas suas funções ainda necessitam de estudos (SANCHEZ-LOPEZ et al., 2009). Estas amins podem possuir ação antioxidante como forma de proteção, ou também, podem sofrer a oxidação por enzimas específicas (poliaminas oxidases), produzindo espécies reativas de oxigênio (ROS). O conhecimento do seu conteúdo é importante devido a sua presença nos produtos vegetais que podem ser consumidos como alimentos, pois estão ligados a divisão celular e presentes em todas as células (TOUMI et al., 2008, LIMA et al., 2011).

Estudos sobre o conteúdo de poliaminas presentes em tomates ainda são poucos, necessitando de mais relatos, principalmente em processados como os purês, molhos e sucos.

Por esse motivo, a caracterização do perfil e a quantificação das concentrações dos antioxidantes presentes nos tomates (purês) avaliados neste estudo são de suma importância, capazes de colaborar com a nutrição humana, reduzindo a ocorrência de doenças. Devido à grande diversidade em preparações, o tomate é uma das principais fontes de licopeno e compostos fenólicos na dieta da população brasileira (DELGADO-VARGAS et al., 2003).

Os açúcares, fenóis, minerais são alguns dos responsáveis pelo sabor e aroma do fruto (KADER, 2008). A maioria dos consumidores prefere frutos mais doces. Os teores de sólidos solúveis em tomates podem variar dependendo da variedade e também do tamanho do fruto, atingindo entre 5 a 7% em frutos médios (GAUTIER et al., 2010, LUENGWILAI et al., 2010).

Um dos principais determinantes da qualidade e do teor de sólidos solúveis dos frutos é a maturidade fisiológica no momento da colheita. Ao escolher o fruto em um estágio mais avançado seria permitir uma maior acumulação de açúcar, quanto mais maduro o fruto, mais facilmente é danificado e também apresentará vida curta de prateleira (WATKINS, 2006, TOIVONEN, 2007).

Outra característica importante dos frutos é a acidez, que é atribuída aos ácidos orgânicos que são armazenados durante o desenvolvimento e utilizados no amadurecimento, sendo o ácido cítrico predominante no tomate (NASSUR, 2009; MORGAN, 2012). Os ácidos orgânicos são importantes também para

o aroma característico dos frutos e são degradados com o processo respiratório, transformados em açúcares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O processamento térmico pode alterar alguns compostos com propriedades antioxidantes, podendo mudar atributos sensoriais e valores nutritivos (BERNHARDT; SCHLICH, 2006).

A maioria dos vegetais são preparados na fervura ou no micro-ondas antes do consumo e este processo pode alterar a composição química destes alimentos (REHMAN; ISLAMISMO; SHAH, 2003, ZHANG; HAMAUZU, 2004). O micro-ondas é muito utilizado porque é uma forma mais rápida, que proporciona ao consumidor menos tempo no preparo do alimento.

Ao cozinhar ou fritar tomates, podem ocorrer alguns efeitos sobre o conteúdo de licopeno, ácido ascórbico, compostos fenólicos e atividade antioxidante em geral (SAHLIN; SAVAGE; LISTER, 2004). Alguns vegetais quando cozidos no micro-ondas ou em outros métodos apresentaram aumento nos compostos fenólicos (TURKMEN et al., 2005).

Enquanto muitos estudos mostram diminuição de compostos fenólicos após o cozimento, esta prática pode contribuir de modo positivo em relação a outros compostos, como aumentando a biodisponibilidade de carotenoides, observado em alguns vegetais por Sa; Rodriguez-Amaya (2003), os quais sugerem a ocorrência de maior extração desses compostos ocorre em função de tratamento com alta temperatura. Por outro lado, outros estudos mostram diminuição na retenção de carotenoides após o cozimento (CHUAH et al., 2008). Assim, os teores de carotenoides são afetados diretamente pela temperatura, dependendo da espécie estudada.

As vitaminas, principalmente a vitamina C é um dos componentes mais importantes dos vegetais e é sensível ao processamento térmico. Sendo assim, é importante ter conhecimento dos fatores que afetam a estabilidade das vitaminas para prevenir perdas (MORAES et al., 2003). O ácido ascórbico presente nos alimentos é muito importante na manutenção do tecido conjuntivo, na cicatrização e formação do tecido ósseo (KESIC et al., 2008). O consumo de alimentos rico em vitamina C também previne o escorbuto, mantém pele, gengivas e vasos sanguíneos saudáveis. O ácido dehidroascórbico, resultado da oxidação do ácido ascórbico também desempenha atividade biológica e pode ser facilmente convertido novamente em ácido ascórbico no corpo humano. A vitamina C é sensível a diversos fatores como

armazenamento prolongado, temperatura elevada, danos físicos, colheita, entre outros (LEE et al., 2000).

O processamento de tomates pode envolver a retirada ou não da pele e da semente, embora seja consumido também na forma *in natura*, a retirada destas partes podem ocorrer e isso pode levar a perda de alguns nutrientes (GEORGE et al., 2004). O desperdício de alimentos no Brasil e no mundo é muito elevado, chegando a milhões de toneladas e essas perdas envolvem vários fatores, entre eles a não utilização de todas as partes do alimento, como a retirada da casca, semente, talos e folhas (EMBRAPA, 2009, STORCK et al., 2013). Portanto, estudos sobre as características nutricionais presentes na casca e sementes dos alimentos são importantes para evitar o desperdício (GONDIM et al., 2005).

Existem alguns nutrientes que estão em maior quantidade na casca dos alimentos, como as fibras, lipídios, ferro e até mesmo o licopeno, presente também na casca do tomate (SOUZA et al., 2007, STORCK et al., 2013).

Pesquisadores têm buscado alternativas para melhorar as condições de preparo dos alimentos e evitar perdas de nutrientes que são importantes para a prevenção de várias doenças.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Experimento**

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, localizada no município de São Manuel (SP). A área pertence à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Botucatu (SP), com 22° 44’ S de latitude, 47° 34’ W de longitude e 750 metros de altitude. O clima é do tipo mesotérmico subtropical úmido, temperatura mais quente superior a 22 °C e o mês mais frio de 17,5 °C, com temperatura média anual de 21 °C e precipitação pluvial média anual de 1445 mm, com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007, CUNHA; MARTINS, 2009). A classificação do solo foi feita por Espíndola et al. (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRAPA, 2006).

Todo o experimento foi conduzido em ambiente protegido com estrutura de ferro galvanizado e cobertura de filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD), difusor de luz e anti-UV de 150 µm de espessura com dimensões de 7 x 48 m e pé direito de 3,5 m (Figura 1A), utilizando-se aplicação de fungicidas, inseticidas semanal (Tabela 1) e fertirrigação a cada 15 dias com Nitrato de Cálcio,

Nitrato de potássio, Sulfato de Magnésio, MAP (nitrogênio e fósforo) e Ácido Bórico seguindo as recomendações de ALVARENGA, 2013.

As plantas foram tutoradas para melhor desenvolvimento (Figura 1B) e os frutos foram colhidos no início de fevereiro de 2015, após atingir o ponto de colheita vermelho intenso e transportados ao Laboratório de Bioquímica Vegetal – UNESP, higienizados em água de abastecimento público e submetidos aos tratamentos de processamento térmico em fervura e em micro-ondas. Os frutos foram selecionados e descartados aqueles que eram danificados, doentes, atacados por praga, com rachaduras ou de tamanho muito pequeno.



**Figura 1.** Cultivo em ambiente protegido (estufa) (A), tomateiro tutorado (B).  
Fonte: RODRIGUES, L.F.O. (2015). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

#### 4.2 Processamento

O experimento foi realizado com tomates com casca e sementes (Figura 2A) e outra parte com tomates sem casca e sementes (Figura 2B), ambos cozidos em micro-ondas e sob fervura sem água, por diferentes tempos de cocções, sendo quatro repetições, em cada tipo de cocção.



**Figura 2.** Tomates com casca e sementes (A); tomates sem casca e sementes (B). Fonte: Vieira, M.C.S. (2015). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

Os tomates foram triturados em processador doméstico (Walita Philips 500 W, 50-60 Hz) (Figura 3).



**Figura 3.** Processador doméstico utilizado no processamento do tomate. Fonte: google imagem (2015). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

Após serem triturados, os tomates (purê) foram submetidos ao cozimento. O recipiente de vidro em que se realizou a cocção em micro-ondas (Panasonic, modelo NN-S46BH, 800W, 127V, 60Hz) com potência alta foi coberto com filme plástico de PVC transparente para evitar perda de água (Figura 4A). Para a cocção em fervura utilizou-se uma panela de aço inox com tampa para evitar estas perdas (Figura 4B). Para o tratamento térmico não foi adicionado água, foi utilizado apenas o tomate puro e processado.

O cozimento foi realizado em diferentes tempos, isto é, 5, 10, 20 e 40 minutos, tanto para o cozimento em fervura como para o micro-ondas. Após as cocções, as amostras foram resfriadas e armazenadas em recipientes plásticos em freezer a -20 °C.



**Figura 4.** Micro-ondas Panasonic (A); panela de aço inox utilizada no experimento (B).  
Fonte: VIEIRA, M.C.S. e google imagem (2015). Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

### 4.3 Teor de umidade

A determinação de perda de água foi realizada utilizando as amostras trituradas, que foram colocadas em estufa com circulação forçada a 60° C até peso constante. A variável foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\%U = \frac{PI - PF \times 100}{PI}$$

**Onde:**

PI- peso do material fresco;

PF- peso do material seco.

### 4.4 Análises físico-químicas

#### 4.4.1 Sólidos Solúveis (SS)

Para a análise de sólidos solúveis foi usado um refratômetro eletrônico (Pocket PAL-1) e os resultados foram expressos em °Brix de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (2008).

#### 4.4.2 pH

Para a análise de pH foi usado um medidor com leituras diretas dos extratos de frutos homogeneizados (ION LAB pHB 500).

#### 4.4.3 Acidez Titulavel (AT)

O conteúdo de acidez titulavel foi determinado de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBON et al., 2008), titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1N, tendo como indicador uma solução de fenóftaleína. Os resultados foram expressos em equivalente em ácido cítrico predominante em 100g<sup>-1</sup> de amostra fresca.

## **4.5 Análises bioquímicas**

### **4.5.1 Ácido ascórbico (AA) e dehidroascórbico (ADHA)**

Os ácidos ascórbico e dehidroascórbico foram determinados de acordo com o método proposto por PERTUZATTI et al. (2015) com algumas adaptações. As amostras foram pesadas em tubo de vidro, adicionados 4 mL de solução extratora composta por ácido metafosfórico e ácido acético glacial. Os tubos foram vortexados por 2 minutos e colocados em banho ultrassônico gelado por 30 minutos. Em seguida os tubos foram centrifugados por 15 minutos a 4.500 rpm e 4°C e sobrenadante colocados em vidro âmbar. Foram colocados aos tubos 4 mL da solução extratora, vortexados por 3 minutos, centrifugados e retirado o sobrenadante. Foi adicionado mais 2 mL de solução extratora e os tubos foram centrifugados a 4.500 rpm, 4 °C por 15 minutos e retirados o sobrenadante. Os extratos obtidos foram filtrados e injetados em UPLC (ThermoScientific). Foi utilizado ácido acético 2% como fase móvel em fluxo isocrático de 0,5 mL min<sup>-1</sup>, com 15 minutos de leitura. Com injeção de 20 µL por amostra e a temperatura da coluna de 25°C e comprimento de onda de 248 nm para AA e 240 para ADHA. Os resultados foram expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

### **4.5.2 Fenóis Totais**

O conteúdo de fenóis totais foi analisado de acordo com o método espectrofotométrico e utilizando como reagente o reativo de Folin Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI Jr., 1965) e os resultados expressos em mg de equivalente de ácido gálico por 100 g<sup>-1</sup> massa fresca.

### **4.5.3 Flavonoides Totais**

O conteúdo de flavonoides totais foi analisado de acordo com o método de Popova et al., 2004. As amostras frescas foram pesadas e adicionados 4 mL de metanol acidificado 10%, colocadas em banho ultrassônico por 30 minutos, acrescentado 1 mL de solução de cloreto de alumínio a 5% e deixadas no escuro por 30 minutos. Em seguida as amostras foram centrifugadas a 10.000 rpm e medida em

espectrofotômetro a 425 nm. Os resultados expressos em mg equivalente de quercetina por 100 g<sup>-1</sup> massa fresca.

#### 4.5.4 Carotenoides Totais

Os carotenoides foram analisados segundo o método validado por Nagata e Yamashita (1992). As amostras frescas foram pesadas e adicionados acetona e hexano na proporção 4:6, homogenizadas em turrax e medido em espectrofotômetro a 505 nm para licopeno e 453 nm para β-caroteno. Os resultados expressos em mg por 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca.

#### 4.5.5 Atividade Antioxidante Total

A atividade antioxidante foi medida por dois métodos, usando DPPH e FRAP.

##### 4.5.5.1 DPPH

A atividade antioxidante foi determinada frente ao radical livre (DPPH) conforme o método proposto por Brand-Williams et al. (1995) com algumas modificações. A solução de DPPH foi preparada a  $2 \times 10^{-4}$  g mL<sup>-1</sup> (10 mg de DPPH em 50 mL de etanol a 99,8%). A extração foi realizada utilizando 10 mL de etanol, 15 minutos no banho ultrassônico e centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos. Para a reação utilizou-se 3 mL de etanol, 500 µL do extrato e 300 µL da solução de DPPH. A leitura da absorbância realizada a 517 nm e os resultados expressos em % DPPH reduzido.

$$\% \text{ DPPH reduzido} = \frac{\text{Abs Branco} - \text{Abs Amostra}}{\text{Abs Branco}} \times 100$$

##### 4.5.5.2 FRAP (Capacidade de redução do ferro)

A atividade antioxidante foi realizada de acordo com o método descrito por BENZIE e STRAIN (1996), os resultados foram apresentados em mmol Fe kg<sup>-1</sup>. Foram utilizados dois extratores de acordo com o procedimento descrito por PELLEGRINI et al. (2003). A preparação do extrato foi realizada com 300 mg de amostra homogeneizada em 2 mL de metanol sob agitação durante 15 minutos à temperatura ambiente e centrifugada a 10.000 rpm durante 10 minutos e o sobrenadante

recolhido (fração hidrossolúvel) e armazenado em recipiente plástico. A extração repetiu-se com 2 mL acetona sob agitação durante 15 minutos a temperatura ambiente e centrifugada a 10.000 rpm durante 10 minutos e o sobrenadante (fração lipossolúvel) foi recolhido. Os dois sobrenadantes foram utilizados para montar a reação de acordo com BENZIE; STRAIN (1996).

#### 4.5.6 Poliaminas

As poliaminas foram extraídas de acordo com LIMA et al. (2008) e determinadas através da cromatografia de ultra performance (UPLC) com detector fotodiodo em coluna C18 pelo método determinado por DADÁKOVÁ et al. (2009) adaptado. Foram pesados 200 mg de purê de tomate liofilizado pesado em tubos plásticos para centrifuga, ao qual foram adicionados 3 mL de ácido perclórico. Os tubos foram vortexados por 10 segundos e sonicados a 5°C por 30 minutos. Centrifugados a 5000 x g a 5°C por 10 minutos e o sobrenadante retirado e armazenado em recipiente plástico. Foram retirados 200 µL do extrato e colocados junto com as mesmas quantidades de tampão carbonato, 400 µL de cloreto de dansil (5 mg mL<sup>-1</sup>) em tubos de vidros e vortexados por 10 segundos. Após 20 horas em escuro, foram acrescentados 200 µL de prolina e deixados no escuro por 1 hora, vortexados a cada 15 minutos. Posteriormente, aos tubos foram acrescentados 1000 µL de tolueno e agitados por 1 min. O sobrenadante foi seco em linha de nitrogênio e ressuscitado em 1,5 mL de acetonitrila, grau HPLC, agitados por 1 min, levado ao banho ultrassônico por 2 min e centrifugado a 4000 x g a 4°C por 5 minutos e injetados em UPLC (ThermoScientific) com injeção de 20 µL por amostra e a temperatura da coluna de 25°C. Para a separação cromatográfica, foi utilizado acetonitrila a 100% e acetonitrila a 50% de concentração, com proporção de 0-2 minutos, A 40%, B 60%; 2-4 minutos, A 40-60%, B 60-40%; 4-8 minutos, A 60-65%, B 40-35%; 8-12 minutos, A 65- 85%, B 35-15%; 12-15 minutos, A 85-95%, B 15-5%; 15-20 minutos, A 95%, B 5%; 20-21 minutos, A 95-85%, B 5-15%; 21-22 minutos, A 85-75%, B 15-25%; 22-25 minutos, A 75-40%, B 25-60%; 25-28 minutos, A 40%, B 60%. A taxa de fluxo mantida a 0,7 mL min<sup>-1</sup>, injeção de 20 µL por amostra e a temperatura da coluna foi de 25 °C. Os resultados foram expressos em mg 100g<sup>-1</sup> de espemina, espermidina, serotonina, dopamina, tiramina, histamina, cadaverina e putrescina.

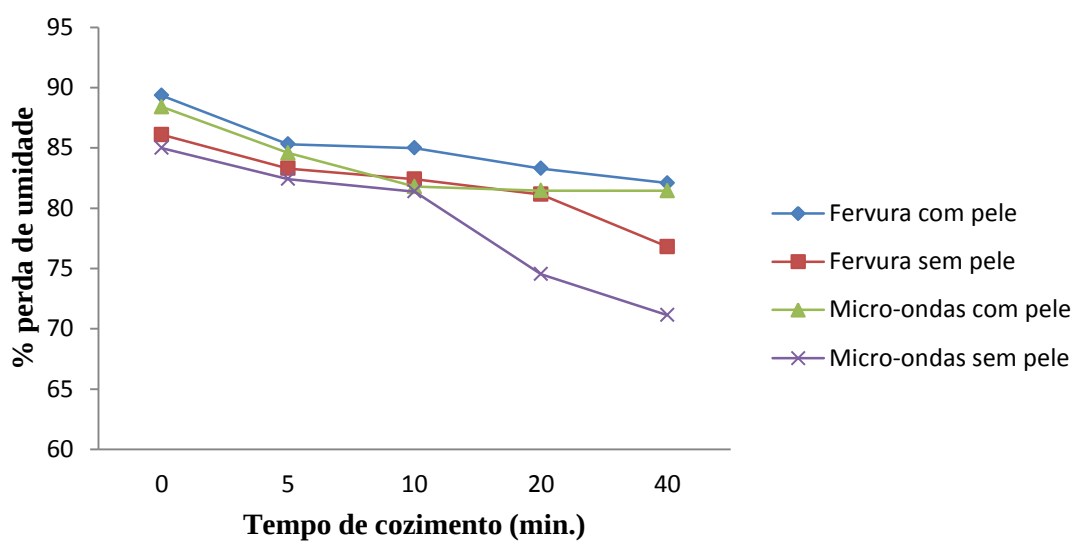
## **5 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento foi inteiramente casualizado com esquema fatorial  $5 \times 2 \times 2$  (5 tempos de cozimento, 2 tratamentos e 2 métodos de preparo) com 4 repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata. Para comparar as médias utilizou-se o teste de *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 Caracterização físico-química

O tratamento térmico induz a perda de água nos alimentos devido a alta temperatura em que o produto é exposto. Neste estudo foi observado diminuição na umidade em tomates após o processamento térmico, seja em fervura ou no micro-ondas. O purê de tomate cozido no micro-ondas por 40 minutos apresentou maior perda de umidade, cerca de 13,86 %.



**Figura 5.** Teor de água em purê de tomate *in natura*, cozidos em fervura e micro-ondas por 5, 10, 20 e 40 minutos. N=  $X \pm SD$ . Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

O tempo e a forma de cozimento influenciaram nas características de qualidade (sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulavel (AT) em purê de tomate (Tabela 2).

Os teores de sólidos solúveis (SS) encontrados neste estudo apresentaram diferença significativa entre os tratamentos formas de cozimento (fervura e micro-ondas), presença ou ausência da casca e da semente e tempos de cozimento. Os maiores teores de SS ocorreram em o purê de tomate sem casca e sementes após 40 minutos de cozimento.

Os sólidos solúveis nos purês de tomate (com casca e sementes, sem casca e semente) aumentaram de acordo com os tempos de cozimento. A partir de 10 minutos, pode-se observar aumento nestes compostos, tanto para o cozimento em micro-ondas, como para fervura. O cozimento em micro-ondas mostrou-se mais eficiente para o purê de tomate em relação ao conteúdo de SS, apresentando valores mais elevados, diferindo significativamente da fervura.

Houve aumento significativo de pH após o cozimento sob fervura de em purê de tomates sem casca e sementes por 10, 20 e 40 minutos. O cozimento no micro-ondas por 5 e 20 minutos também induziram aumento significativo do pH em relação aos outros tempos de cocções (Tabela 2).

Com o aumento do tempo de cozimento e em ambos os tratamentos ocorreu aumento da acidez titulavel (AT) aos 40 minutos de cozimento em fervura e micro-ondas no purê com casca e sementes (Tabela 2). O purê de tomate sem casca e sementes também apresentou os maiores índices de acidez titulavel (AT) no tempo de 40 minutos, usando micro-ondas (Tabela 2). Este aumento na acidez pode estar relacionado ao aumento dos ácidos orgânicos no purê com o processamento térmico.

**Tabela 2.** Características de qualidade (acidez titulavel, pH, sólidos solúveis) em purê de tomate com casca e sementes, purê sem casca e sementes. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                           |                  | AT                         | SS           | pH          |
|---------------------------|------------------|----------------------------|--------------|-------------|
|                           |                  | mg eq. ác.                 |              |             |
|                           |                  | cítrico 100g <sup>-1</sup> | °BRIX        |             |
| <b>Fervura</b>            |                  |                            |              |             |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 0,55±0,01 e*               | 5,13±0,31 f  | 4,25±0,06 c |
|                           | <b>5</b>         | 0,53±0,02 e                | 4,35±0,25 g  | 4,20±0,07 c |
|                           | <b>10</b>        | 0,59±0,02 d                | 5,00±0,41 f  | 4,16±0,04 c |
|                           | <b>20</b>        | 0,66±0,03 c                | 5,73±0,35 e  | 4,22±0,05 c |
|                           | <b>40</b>        | 0,84±0,05 a                | 8,83±0,57 b  | 4,20±0,05 c |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 0,63±0,04 c                | 4,60±0,14 g  | 4,35±0,03 b |
|                           | <b>5</b>         | 0,46±0,01 f                | 5,03±0,10 f  | 4,36±0,05 b |
|                           | <b>10</b>        | 0,35±0,02 g                | 4,95±0,06 f  | 4,45±0,07 a |
|                           | <b>20</b>        | 0,50±0,04 f                | 5,78±0,15 e  | 4,44±0,07 a |
|                           | <b>40</b>        | 0,69±0,03 b                | 9,20±0,22 b  | 4,50±0,05 a |
|                           |                  | <b>Micro-ondas</b>         |              |             |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 0,55±0,01 e                | 5,13±0,31 f  | 4,24±0,06 c |
|                           | <b>5</b>         | 0,49±0,02 f                | 4,68±0,26 g  | 4,09±0,02 d |
|                           | <b>10</b>        | 0,51±0,01 f                | 5,13±0,05 f  | 4,07±0,03 d |
|                           | <b>20</b>        | 0,63±0,03 c                | 6,55±0,24 d  | 4,07±0,05 d |
|                           | <b>40</b>        | 0,82±0,06 a                | 9,15±0,60 b  | 4,05±0,07 d |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 0,63±0,04 c                | 4,60±0,14 g  | 4,35±0,03 b |
|                           | <b>5</b>         | 0,48±0,03 f                | 5,43±0,05 f  | 4,44±0,02 a |
|                           | <b>10</b>        | 0,57±0,02 d                | 6,75±0,19 d  | 4,41±0,05 b |
|                           | <b>20</b>        | 0,64±0,01 c                | 7,73±0,32 c  | 4,45±0,00 a |
|                           | <b>40</b>        | 0,82±0,01 a                | 10,78±0,62 a | 4,40±0,03 b |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott* (p<0,05).

## 6.2. Caracterização Bioquímica e Atividade Antioxidante

Ocorreram diferenças nos teores de ácido ascórbico (AA) e dehidroascórbico (DHAA) entre os tratamentos e tempos de cozimento utilizados (Tabela 3). Durante o cozimento em fervura do purê com casca e sementes, aos 40 minutos, ocorreu aumento significativo no teor de ácido ascórbico como também para o ácido dehidroascórbico. O purê sem casca e sementes também apresentou aumento significativo aos 40 minutos de cozimento em ambos os tratamentos, embora com a retirada da casca, ocorreu diminuição no teor de AA e DHAA do purê (Tabela 3).

O maior tempo de cozimento também induziu resultados maiores e significativamente diferentes para os compostos fenólicos totais em molho de tomate (Tabela 4). Nota-se que ocorreram variações entre os tipos de processamento (fervura ou micro-ondas) para os níveis de fenóis totais solúveis. A fervura do purê com

casca e sementes por 40 minutos induziu aumento significativo nos compostos fenólicos em relação aos demais tempos de processamento.

Os teores de flavonoides totais encontrados apresentaram diferenças entre os tempos de cozimento. Pode ser observada diminuição durante o processamento térmico. Aos 40 minutos estes valores voltam a aumentar em ambos os tratamentos e métodos de processamento (Tabela 4). A fervura de purê com casca e sementes induziu valores mais elevados de flavonoides em relação aos demais tratamentos.

**Tabela 3.** Teores de ácido ascórbico e dehidroascórbico durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com casca e sementes e sem casca e sementes. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                           |                  | Ácido ascórbico          | Dehidroascórbico         | Total de vitamina C      |
|---------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                           |                  | mg 100g <sup>-1</sup> MF | mg 100g <sup>-1</sup> MF | mg 100g <sup>-1</sup> MF |
| <b>Fervura</b>            |                  |                          |                          |                          |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 15,56±0,98 h*            | 1,95±0,27 g              | 17,51±1,25               |
|                           | <b>5</b>         | 19,47±0,52 g             | 3,17±0,51 f              | 22,64±1,03               |
|                           | <b>10</b>        | 23,83±0,87 f             | 3,37±0,40 f              | 27,2±1,27                |
|                           | <b>20</b>        | 35,64±1,92 b             | 4,58±0,46 d              | 40,22±2,38               |
|                           | <b>40</b>        | 47,23±1,79 a             | 6,45±0,37 b              | 53,68±2,16               |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 13,55±0,08 i             | 2,13±0,60 g              | 15,68±0,68               |
|                           | <b>5</b>         | 13,87±1,90 i             | 4,02±0,49 e              | 17,89±2,39               |
|                           | <b>10</b>        | 19,88±0,56 g             | 5,16±0,04 c              | 25,04±0,60               |
|                           | <b>20</b>        | 22,30±1,84 f             | 5,49±0,53 c              | 27,79±2,37               |
|                           | <b>40</b>        | 32,22±1,44 c             | 7,54±0,05 a              | 39,76±1,49               |
| <b>Micro-ondas</b>        |                  |                          |                          |                          |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 15,56±0,98 h             | 1,95±0,27 g              | 17,51±1,25               |
|                           | <b>5</b>         | 8,14±0,15 h              | 1,64±0,34 g              | 9,78±0,49                |
|                           | <b>10</b>        | 12,29±0,93 i             | 2,12±0,52 g              | 14,41±1,45               |
|                           | <b>20</b>        | 19,75±0,41 g             | 3,83±0,44 e              | 23,58±0,85               |
|                           | <b>40</b>        | 27,54±0,60 d             | 5,68±0,25 c              | 33,22±0,85               |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 13,55±0,08 i             | 2,13±0,60 g              | 15,68±0,68               |
|                           | <b>5</b>         | 14,88±0,26 h             | 2,24±0,47 g              | 17,12±0,73               |
|                           | <b>10</b>        | 16,91±0,02 h             | 4,15±0,06 e              | 21,06±0,08               |
|                           | <b>20</b>        | 13,97±0,41 i             | 3,45±0,06 f              | 17,42±0,47               |
|                           | <b>40</b>        | 25,64±0,87 e             | 7,67±0,50 a              | 33,31±1,37               |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott* (p<0,05).

**Tabela 4.** Teores de fenóis totais e flavonoides totais durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com casca e sementes e sem casca e sementes. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                |                  | <b>Fenois totais</b>                    | <b>Flavonoides totais</b>               |
|----------------|------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                |                  | mg eq. ác.<br>gálico 100g <sup>-1</sup> | mg eq. quercetina<br>100g <sup>-1</sup> |
| <b>Fervura</b> |                  |                                         |                                         |
|                | <b>In natura</b> | 49,12±1,97 d*                           | 1,33±0,08 a                             |
| Purê com       | <b>5</b>         | 57,34±4,14 c                            | 0,64±0,08 c                             |
| casca e        | <b>10</b>        | 56,31±4,27 c                            | 0,87±0,06 b                             |
| sementes       | <b>20</b>        | 54,78±1,39 c                            | 0,62±0,04 c                             |
|                | <b>40</b>        | 73,60±2,23 a                            | 0,87±0,07 b                             |
|                | <b>In natura</b> | 39,12±4,45 e                            | 0,16±0,01 g                             |
| Purê sem       | <b>5</b>         | 36,37±3,44 e                            | 0,26±0,04 f                             |
| casca e        | <b>10</b>        | 38,48±1,17 e                            | 0,25±0,03 f                             |
| sementes       | <b>20</b>        | 47,96±1,72 d                            | 0,27±0,02 f                             |
|                | <b>40</b>        | 55,10±1,84 c                            | 0,35±0,03 e                             |
|                |                  | <b>Micro-ondas</b>                      |                                         |
|                | <b>In natura</b> | 49,12±1,97 d                            | 1,33±0,08 a                             |
| Purê com       | <b>5</b>         | 51,86±3,51 c                            | 0,85±0,02 b                             |
| casca e        | <b>10</b>        | 45,68±0,39 d                            | 0,51±0,04 d                             |
| sementes       | <b>20</b>        | 50,52±4,24 d                            | 0,60±0,03 c                             |
|                | <b>40</b>        | 62,27±5,59 b                            | 0,85±0,02 b                             |
|                | <b>In natura</b> | 39,12±4,45 e                            | 0,16±0,01 g                             |
| Purê sem       | <b>5</b>         | 40,24±2,92 e                            | 0,21±0,01 g                             |
| casca e        | <b>10</b>        | 47,69±3,27 d                            | 0,31±0,02 e                             |
| sementes       | <b>20</b>        | 48,70±1,81 d                            | 0,35±0,02 e                             |
|                | <b>40</b>        | 56,17±5,82 c                            | 0,44±0,03 e                             |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott*(p<0,05).

Os teores de licopeno apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos e os tempos de cozimento. Pode ser observado maior valor de licopeno no purê de tomate com casca e sementes cozido em micro-ondas (Tabela 5). A fervura por 20 e 40 minutos também aumentou o teor de licopeno em purê sem casca e sementes (Tabela 5).

Os teores de  $\beta$ -caroteno encontrados apresentaram diferença significativa entre os tratamentos em fervura e micro-ondas e os tempos de cozimento. O cozimento em micro-ondas aos 20 e 40 minutos mostraram valores mais elevados destes compostos no purê com casca e sementes (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teores de licopeno e  $\beta$ -caroteno durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate. N= X  $\pm$  SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                                 |                  | LICOPENO              | $\beta$ - CAROTENO    |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                 |                  | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> |
| <b>Fervura</b>                  |                  |                       |                       |
|                                 | <b>In natura</b> | 1,77 $\pm$ 0,05 c*    | 1,10 $\pm$ 0,09 c     |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>5</b>         | 1,68 $\pm$ 0,14 c     | 0,94 $\pm$ 0,10 d     |
|                                 | <b>10</b>        | 1,58 $\pm$ 0,02 c     | 1,30 $\pm$ 0,05 b     |
|                                 | <b>20</b>        | 1,62 $\pm$ 0,04 c     | 0,76 $\pm$ 0,06 e     |
|                                 | <b>40</b>        | 1,65 $\pm$ 0,09 c     | 1,05 $\pm$ 0,04 d     |
|                                 | <b>In natura</b> | 2,59 $\pm$ 0,10 a     | 1,16 $\pm$ 0,11 c     |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>5</b>         | 1,78 $\pm$ 0,04 c     | 1,84 $\pm$ 0,02 e     |
|                                 | <b>10</b>        | 1,93 $\pm$ 0,03 b     | 0,76 $\pm$ 0,03 e     |
|                                 | <b>20</b>        | 2,02 $\pm$ 0,11 b     | 0,99 $\pm$ 0,11 d     |
|                                 | <b>40</b>        | 2,82 $\pm$ 0,04 a     | 1,39 $\pm$ 0,13 b     |
|                                 |                  | Micro-ondas           |                       |
|                                 | <b>In natura</b> | 1,77 $\pm$ 0,05 c     | 1,10 $\pm$ 0,09 c     |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>5</b>         | 2,38 $\pm$ 0,05 a     | 1,34 $\pm$ 0,06 b     |
|                                 | <b>10</b>        | 2,02 $\pm$ 0,14 b     | 1,11 $\pm$ 0,08 c     |
|                                 | <b>20</b>        | 2,56 $\pm$ 0,15 a     | 1,61 $\pm$ 0,12 a     |
|                                 | <b>40</b>        | 2,59 $\pm$ 0,11 a     | 1,50 $\pm$ 0,08 a     |
|                                 | <b>In natura</b> | 2,59 $\pm$ 0,10 a     | 1,16 $\pm$ 0,11 c     |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>5</b>         | 1,34 $\pm$ 0,15 d     | 0,75 $\pm$ 0,08 e     |
|                                 | <b>10</b>        | 2,33 $\pm$ 0,14 a     | 1,07 $\pm$ 0,11 c     |
|                                 | <b>20</b>        | 1,71 $\pm$ 0,15 c     | 1,33 $\pm$ 0,07 b     |
|                                 | <b>40</b>        | 1,30 $\pm$ 0,04 d     | 1,01 $\pm$ 0,09 d     |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott*(p<0,05).

As maiores atividades antioxidantes mensuradas pelos métodos de DPPH e FRAP foram observadas entre os tratamentos e os tempos de cozimento. A atividade antioxidante pelo método do DPPH apresentou diferença significativa aos 40 minutos de cozimento em fervura e micro-ondas para o purê com casca e sementes.

A atividade antioxidante mensurada pelo método do FRAP (hidrossolúvel e lipossolúvel) apresentou diferenças significativas entre os tratamentos e o tempo de cozimento. O uso de 40 minutos de cozimento em fervura do purê com casca e sementes e de 40 minutos no micro-ondas do purê sem casca e sementes induziu aumento na atividade antioxidante (Tabela 6). O FRAP lipossolúvel aumentou aos 40 minutos na fervura em purê com casca e sementes e sem casca e sementes (Tabela 6).

**Tabela 6.** Teores de DPPH, FRAP Hidrossolúvel e FRAP Lipossolúvel durante os diferentes tempos de cozimento em purê de tomate com casca e sementes. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                                 |                  | DPPH          | FRAP<br>HIDROSSOLÚVEL     | FRAP<br>LIPOSSOLÚVEL      |
|---------------------------------|------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|
| Fervura                         |                  | %             | mmol Fe <sup>2+</sup> /kg | mmol Fe <sup>2+</sup> /kg |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 71,49±2,76c*  | 5,55±0,44 b               | 0,75±0,03 d               |
|                                 | <b>5</b>         | 69,51±6,34 c  | 6,78±0,13 a               | 0,63±0,04 e               |
|                                 | <b>10</b>        | 82,07±2,94 b  | 4,23±0,10 d               | 0,76±0,02 d               |
|                                 | <b>20</b>        | 74,78±3,67 c  | 5,41±0,14 b               | 0,46±0,01 g               |
|                                 | <b>40</b>        | 92,06±1,27 a  | 6,57±0,33 a               | 1,09±0,04 a               |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 27,89±5,55 e  | 2,40±0,19 f               | 0,87±0,02 c               |
|                                 | <b>5</b>         | 30,09±5,67 e  | 1,80±0,24 g               | 0,39±0,00 h               |
|                                 | <b>10</b>        | 63,96±4,31 d  | 3,28±0,23 e               | 0,65±0,03 e               |
|                                 | <b>20</b>        | 61,97±5,15 d  | 4,17±0,16 d               | 0,73±0,03 d               |
|                                 | <b>40</b>        | 77,67±0,47 c  | 5,19±0,20 b               | 1,08±0,07 a               |
| <b>Micro-ondas</b>              |                  |               |                           |                           |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 71,49±2,76 c  | 5,55±0,44 b               | 0,75±0,03 d               |
|                                 | <b>5</b>         | 71,59±4,64 c  | 2,74±0,27 f               | 0,45±0,02 g               |
|                                 | <b>10</b>        | 66,58±5,45 d  | 2,37±0,20 f               | 0,56±0,01 f               |
|                                 | <b>20</b>        | 74,89±4,32 c  | 3,29±0,32 e               | 0,73±0,03 d               |
|                                 | <b>40</b>        | 89,50±2,83 a  | 5,36±0,17 b               | 0,95±0,03 b               |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 27,89±5,55 e  | 2,40±0,19 f               | 0,87±0,02 c               |
|                                 | <b>5</b>         | 62,64±4,40 d  | 2,43±0,17 f               | 0,43±0,01 g               |
|                                 | <b>10</b>        | 62,73±10,33 d | 3,36±0,30 e               | 0,44±0,02 g               |
|                                 | <b>20</b>        | 74,61±1,69 c  | 4,50±0,25 c               | 0,34±0,03 i               |
|                                 | <b>40</b>        | 74,40±5,95 c  | 6,82±0,14 a               | 0,44±0,02 g               |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott* (p<0,05).

O processamento térmico em fervura e micro-ondas influenciou o teor das poliaminas em purê de tomate. Os conteúdos de espermidina, espermina, serotonina, dopamina, tiramina, histamina, cadaverina e putrescina estão apresentados nas Tabelas 7 e 8.

O teor de espermidina aumentou aos 10 minutos de cozimento em micro-ondas em purê sem casca e sementes (Tabela 7).

Os teores de espermina em purê de tomate com a presença e ausência da casca e sementes cozidos por 10 minutos em fervura foram maiores que os demais tempos analisados e daqueles submetidos ao tratamento em micro-ondas (Tabela 7).

A maior concentração de cadaverina foi encontrada aos 40 minutos de cozimento em fervura no purê de tomate sem casca e sementes (Tabela 7).

O cozimento em fervura e no micro-ondas diminuiu o conteúdo de putrescina em ambos os purês (sem casca e sementes e com casca e sementes) (Tabela 7).

O teor de tiramina no purê foi significativo para o cozimento em micro-ondas em tomates com casca e sementes. Os tempos de 5, 10 e 20 minutos apresentaram os melhores resultados, isto é, aumento no conteúdo de tiramina (Tabela 8).

Ocorreu alteração no conteúdo de histamina em purê em ambos os purês (com casca e sementes e sem casca e sementes) (Tabela 8). O cozimento em fervura aos 5 minutos em purê com presença ou ausência casca e sementes aumentou o teor de histamina. O cozimento em micro-ondas de purê com casca e sementes aos 5, 10 e 20 minutos também aumentou o teor desta amina.

Em ambos os tratamentos (fervura e micro-ondas) e presença ou ausência da casca e sementes houve perdas de serotonina (Tabela 8) após o processamento térmico.

Purês de tomate com pele e sementes cozidos por 5 minutos em fervura e por 5 e 20 minutos no micro-ondas mostraram aumento do conteúdo de dopamina. Os demais tempos e métodos de processamento diminuíram o teor desta amina (Tabela 8).

**Tabela 7.** Espermidina, espermina, serotonina e dopamina em purê de tomate submetido e diferentes tempos de cozimento em fervura e micro-ondas. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                                 |                  | ESPERMIDINA           | ESPERMINA             | CADAVERINA            | PUTRESCINA            |
|---------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                 |                  | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> |
| <b>Fervura</b>                  |                  |                       |                       |                       |                       |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 5,28±0,34 g*          | 62,00±3,24 c          | 0,25±0,01 f           | 115,36±3,50 e         |
|                                 | <b>5</b>         | 19,05±0,82 c          | 69,52±7,50 b          | 0,37±0,01 e           | 99,05±2,83 g          |
|                                 | <b>10</b>        | 8,21±0,32 f           | 81,47±2,75 a          | 0,41±0,07 e           | 85,36±5,69 h          |
|                                 | <b>20</b>        | 6,04±0,62 g           | 38,60±2,35 e          | 0,19±0,02 f           | 75,03±5,22 i          |
|                                 | <b>40</b>        | 5,25±0,36 g           | 48,96±0,33 d          | 0,60±0,04 d           | 47,59±0,90 j          |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 21,26±2,14 b          | 64,78±1,66 c          | 0,58±0,02 d           | 142,96±8,48 c         |
|                                 | <b>5</b>         | 16,04±0,42 d          | 65,69±0,89 c          | 1,54±0,26 b           | 174,70±7,64 a         |
|                                 | <b>10</b>        | 32,08±1,80 a          | 84,90±3,87 a          | 0,87±0,09 c           | 154,39±6,33 b         |
|                                 | <b>20</b>        | 11,79±0,66 e          | 37,68±2,04 e          | 0,49±0,07 e           | 69,88±8,49 i          |
|                                 | <b>40</b>        | 22,14±1,01 b          | 48,96±0,33 d          | 1,70±0,08 a           | 77,87±2,31 i          |
| <b>Micro-ondas</b>              |                  |                       |                       |                       |                       |
| Purê com<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 5,28±0,34 g           | 62,00±3,24 c          | 0,25±0,01 f           | 115,36±0,90 e         |
|                                 | <b>5</b>         | 5,15±0,11 g           | 37,93±2,40 e          | 0,99±0,01 c           | 140,55±1,43 c         |
|                                 | <b>10</b>        | 5,41±0,17 g           | 24,09±2,25 f          | 0,70±0,12 d           | 145,08±6,55 c         |
|                                 | <b>20</b>        | 5,27±0,09 g           | 34,46±2,67 e          | 0,85±0,05 c           | 109,51±1,96 f         |
|                                 | <b>40</b>        | 5,21±0,18 g           | 27,54±0,69 f          | 0,66±0,06 d           | 90,50±3,38 h          |
| Purê sem<br>casca e<br>sementes | <b>In natura</b> | 21,26±2,14 b          | 64,78±1,66 c          | 0,58±0,02 d           | 142,96±8,48 c         |
|                                 | <b>5</b>         | 11,63±0,81 e          | 1,33±0,11 g           | 0,42±0,04 e           | 97,83±2,05 g          |
|                                 | <b>10</b>        | 15,60±0,74 d          | 0,89±0,07 g           | 0,50±0,11 e           | 70,32±4,15 i          |
|                                 | <b>20</b>        | 16,36±0,46 d          | 1,29±0,16 g           | 0,82±0,14 c           | 91,04±8,31 h          |
|                                 | <b>40</b>        | 8,11±0,66 e           | 1,50±0,06 g           | 0,69±0,06 d           | 126,82±8,76 d         |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott* (p<0,05).

**Tabela 8.** Tiramina, histamina, cadaverina e putrescina em purê de tomate submetido a diferentes tempos de cozimento em fervura e micro-ondas. N= X ± SD. Botucatu, FCA-UNESP, 2016.

|                           |                  | <b>TIRAMINA</b>       | <b>HISTAMINA</b>      | <b>SEROTONINA</b>     | <b>DOPAMINA</b>       |
|---------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                           |                  | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> | mg 100g <sup>-1</sup> |
| <b>Fervura</b>            |                  |                       |                       |                       |                       |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 3,29±0,45 c           | 6,17±0,62 b           | 65,16±2,20 e          | 2,23±0,25 c           |
|                           | <b>5</b>         | 2,97±0,15 c           | 6,62±0,91 a           | 113,03±12,05 c        | 3,77±0,46 a           |
|                           | <b>10</b>        | 2,16±0,37 d           | 5,24±0,56 c           | 65,70±6,66 e          | 2,19±0,14 c           |
|                           | <b>20</b>        | 1,20±0,06 e           | 4,95±0,40 c           | 59,11±1,49 f          | 1,33±0,23 d           |
|                           | <b>40</b>        | 0,94±0,66 e           | 4,03±0,83 d           | 47,83±3,12 g          | 1,15±0,11 d           |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 3,31±0,06 c           | 5,93±0,49 b           | 137,05±5,44 a         | 1,62±0,16 d           |
|                           | <b>5</b>         | 2,99±0,01 c           | 6,63±0,22 a           | 125,58±2,46 b         | 2,16±0,60 c           |
|                           | <b>10</b>        | 2,19±0,45 d           | 4,77±0,39 c           | 85,82±8,11 d          | 1,73±0,21 d           |
|                           | <b>20</b>        | 2,60±0,08 d           | 2,01±0,36 e           | 49,96±6,04 g          | 1,78±0,57 d           |
|                           | <b>40</b>        | 2,16±0,04 d           | 5,29±0,54 c           | 43,32±6,45 g          | 1,85±0,27 c           |
| <b>Micro-ondas</b>        |                  |                       |                       |                       |                       |
| Purê com casca e sementes | <b>In natura</b> | 3,29±0,45 c           | 6,17±0,62 b           | 65,16±20,20 e         | 2,23±0,25 c           |
|                           | <b>5</b>         | 4,92±0,43 a           | 7,03±0,42 a           | 87,74±2,20 d          | 3,54±0,26 a           |
|                           | <b>10</b>        | 4,87±0,29 a           | 6,57±0,40 a           | 80,16±5,77 d          | 2,67±0,11 b           |
|                           | <b>20</b>        | 5,01±0,39 a           | 6,90±0,26 a           | 71,61±5,67 e          | 3,45±0,33 a           |
|                           | <b>40</b>        | 3,97±0,52 b           | 5,92±0,93 b           | 72,01±7,44 e          | 2,19±0,11 c           |
| Purê sem casca e sementes | <b>In natura</b> | 3,31±0,06 c           | 5,93±0,49 b           | 137,05±5,44 a         | 1,62±0,16 d           |
|                           | <b>5</b>         | 1,26±0,10 e           | 2,74±0,37 e           | 69,05±4,00 e          | 1,58±0,71 d           |
|                           | <b>10</b>        | 1,49±0,28 e           | 2,63±0,33 e           | 57,84±8,43 f          | 1,97±0,59 c           |
|                           | <b>20</b>        | 1,85±0,22 d           | 4,00±0,35 d           | 71,61±9,64 e          | 1,44±0,19 d           |
|                           | <b>40</b>        | 1,75±0,30 d           | 3,58±0,47 d           | 72,10±9,15 e          | 1,35±0,15 d           |

\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas (coluna) não são estatisticamente significativas para o teste *Scott-Knott* (p<0,05).

## 7 DISCUSSÃO

Os alimentos quando submetidos ao processamento térmico em fervura em panela ou micro-ondas passa pelo processo de evaporação de água, ocorrendo concentração do produto. O tempo de cocção é um dos fatores importantes neste processo, pois quanto maior a exposição do produto ao cozimento, maior será sua concentração (Figura 5). Alimentos cozidos em micro-ondas podem apresentar maior perda de água devido ao aquecimento mais rápido, penetração das micro-ondas com maior facilidade e uniformidade ao produto, como pode ser observado na figura 5 em purê de tomate. O tomate é um fruto que apresenta em sua composição aproximadamente 93% a 95% de água (SILVA; GIORDANO, 2006). O tempo de cozimento de 40 minutos apresentou a maior perda de umidade nos dois tratamentos (fervura em panela e micro-ondas) (Figura 5).

Os teores de sólidos solúveis aumentaram com o cozimento do purê de tomate. Foram encontrados valores de 5,13°Brix em purê *in natura* e 10,78 °Brix em purê cozido por 40 minutos no micro-ondas. O cozimento em fervura também aumentou os teores de ss. As variações nos teores de sólidos solúveis (Tabela 2) foram comparáveis a outros estudos que relatam valores entre 4,50 a 6,25 °Brix em tomates processados (TRIANO; CLAIR 1995). Por outro lado, valores maiores de SS foram descritos por SÁNCHEZ-MORENO et al. (2006) em purê de tomate, com variações entre 7,3 e 8,3, semelhante ao encontrado neste estudo no cozimento por 40 minutos, em ambas formas de processamento utilizadas (Tabela 2) para o purê, com a presença ou ausência da casca e sementes.

Para o preparo de molhos ou purês, o ideal são valores de pH inferiores a 4,5, para impedir a proliferação de micro-organismos (SILVA et al., 2003). Para purês de tomates enlatados ou simplesmente purês (molhos), a variação de pH deve ficar entre 4,0 e 4,5 para evitar a proliferação de *Clostridium botulinum* e outros patógenos (BRENNAN et al., 1990, HAYES et al., 2010). Outros estudos mostram valores de pH de 4,34 para tomates processados, próximos a 4,35 e 4,40 encontrados neste estudo, como pode ser observado na Tabela 2 para o purê com casca e sementes e para purê sem casca e sementes (ANTHON, 2012).

Quanto ao conteúdo de acidez titulável, neste estudo foram encontrados valores de 0,55 mg. 100g<sup>-1</sup> em purê in natura e 0,84 mg. 100g<sup>-1</sup> em purê cozido em fervura por 40 minutos (Tabela 2). Alguns autores também encontraram valores semelhantes, entre 0,52 e 0,77 mg de AT em 100g<sup>-1</sup> em tomates *in natura* (ARTÉS et al., 1998). A acidez é uma importante característica para o sabor dos produtos e o ácido cítrico é o mais abundante presente em tomates (ANTHON et al., 2011).

Os teores de ácido ascórbico e dehidroascórbico encontrado neste estudo aumentaram com o processamento térmico. Aos 40 minutos de cozimento em fervura foram encontrados 47,23 mg. 100 g<sup>-1</sup> de ácido ascórbico e 5,68 mg. 100 g de dehidroascórbico em purê com casca e sementes, enquanto que, o purê *in natura* apresentou 15,56 mg. 100g de amostra de ácido ascórbico e 1,95 mg. 100g<sup>-1</sup> de ácido dehidroascórbico. A retirada da pele e da semente do tomate ocorre perdas de ácido ascórbico e dehidroascórbico, em purê de tomate. Este aumento pode estar relacionado com a perda de umidade e concentração da amostra, pois tomate é um fruto com grande quantidade de água, de aproximadamente 95% de sua composição. O processamento térmico em fervura na panela, por 40 minutos, ocorreu perda de aproximadamente 7 a 10 % do teor de umidade, no micro-ondas ocorreu maior perda de umidade, cerca de 13,86%. O cozimento em fervura no micro-ondas ocorre maior perda de umidade e com isso maior concentração de amostra, mas degrada mais vitamina C e o cozimento em fervura na panela perde menos umidade, mas possui maior teor deste composto, isto é, degrada menos vitamina C (Figura 5).

ILAHY et al. (2011) descrevem concentrações entre 15,3 a 30,9 mg. 100g<sup>-1</sup> de vitamina C em tomates *in natura*, semelhante a outros autores que descrevem

teores desses ácidos de aproximadamente 26,88 mg. 100 g<sup>-1</sup> em molho de tomate (BORGUINI et al., 2009). O teor de vitamina C em tomate pode ser influenciado pelas condições de cultivo, processamento e pela espécie (GAHLER et al., 2003). Com o aumento da temperatura, os produtos de tomate como molhos, sopas, purês, sucos, tomates secos apresentam perdas contínuas deste composto (GAHLER et al., 2003), diferente dos valores encontrados neste estudo para purês de tomate com casca e sementes (Tabela 3).

Os compostos fenólicos aumentaram com processamento térmico. Neste estudo, em purê *in natura* foram encontrados cerca de 49,12 mg. 100g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos e 73,60 mg. 100g<sup>-1</sup> em purê cozidos em fervura por 40 minutos. Tais aumentos podem estar relacionados com a perda de água durante o cozimento. Os resultados encontrados neste estudo (Tabela 4), estão de acordo com ABREU et al. (2012) que encontraram valores de 35 a 55 mg. 100g<sup>-1</sup> de compostos fenólicos em polpa de tomate e concluíram que o cozimento em fervura aumenta os polifenóis em tomate. MURATOR et al. (2008) também relataram aumento nos polifenóis em tomates submetidos ao processamento térmico. Estes resultados também estão de acordo com CAPANOGLU et al. (2008) que relataram aumento no teor de compostos fenólicos, licopeno e β-caroteno durante a obtenção de pastas de tomate. O calor intenso e a fervura são capazes de liberar os compostos fenólicos da parede celular ou aqueles ligados, devido à fragmentação dos componentes celulares (HAMACEK et al., 2013).

Os flavonoides diminuíram com o processamento térmico do purê de tomate com casca e sementes. Os teores variaram entre 1,33 mg. 100 g<sup>-1</sup> em purê *in natura* e 0,87 mg. 100g<sup>-1</sup> de flavonoides em purê cozido em fervura por 40 minutos. A retirada da casca dos tomates diminuiu o teor de flavonoides do purê (0,16 mg. 100g<sup>-1</sup>), comparado com os demais tratamentos. Os flavonoides são compostos presentes nos alimentos muito importantes para a saúde, possuem uma ampla gama de atividades biológicas como ação antibacteriana, atividades antioxidantes e proliferação de células (HAVSTEEN, 2002, AHMED et al., 2013).

Os flavonoides são importantes, principalmente no sequestro das espécies oxidantes, também possuem atividade antimutagênica, redução de tumores, doenças cardiovasculares, repositor hormonal em mulheres, ação antimicrobiana (HARBORNE; WILLIAMS, 2000, YAO et al., 2004). Dessa forma, é importante alimentos

com maior teor destes compostos, porém, neste estudo com purê de tomate, apenas os fenóis totais aumentaram e os flavonoides diminuíram com o cozimento.

O licopeno presente no tomate é resistente à degradação, diferente de outros antioxidantes como o  $\beta$ -caroteno, tocoferol e o ácido ascórbico, que podem ser mais sensíveis ao tratamento térmico (ABUSHITA et al., 2000).

Os valores de licopeno encontrados neste estudo aumentaram com o cozimento. O purê com casca e sementes cozido no micro-ondas por 40 minutos apresentou valores de 2,59 mg. 100g<sup>-1</sup> de licopeno e 1,77 mg. 100g<sup>-1</sup> em purê *in natura* (Tabela 5). Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por ILAHY et al. (2011) em tomates. O licopeno é encontrado principalmente na casca do tomate e nos produtos processados em elevadas temperaturas, o que facilita a extração destes compostos (ANESE et al., 2002). O aumento nos teores dos carotenoides durante o processamento térmico pode ocorrer devido à quebra da parede celular do produto analisado liberando uma maior quantidade que estava presente nas células (DEN OUDEN et al., 2002; ALOTHMAN et al., 2010). Diversos estudos relatam o efeito benéfico dos carotenoides na diminuição do estresse oxidativo que pode causar a hipertensão. De acordo com estudos realizados sobre a ação do licopeno na inibição da síntese do colesterol, foi observada redução de 14% em sua concentração no plasma, devido à inibição da enzima responsável pela biossíntese do colesterol HMG-CoA redutase (ou 3-hidroxi-3-methyl-glutaril-CoA redutase) (BOSE et al., 2007). O processamento térmico aumenta a biodisponibilidade de licopeno, a temperatura muda a forma química do composto, o qual é facilmente absorvido pelo corpo (STAHL; SIES, 1997, BOSE et al., 2007).

Os carotenoides, principalmente licopeno e  $\beta$ -caroteno, são muito importantes para a saúde, pois estão associados à redução de vários tipos de doenças, entre elas o câncer. O tratamento térmico em tomates aumentou os níveis de atividade antioxidante e carotenoides totais em 15% e 30% (VALLVERDÚ-QUERALT et al., 2015), neste estudo, estes compostos também aumentaram cerca de 20% a 40% em purê de tomate. O  $\beta$ -caroteno é um importante carotenoide e possui atividade provitamina A, atividade antioxidante, que protege o corpo contra algumas doenças. O tomate é uma das hortaliças rica em carotenoides, entre eles o  $\beta$ -caroteno (CAMPOS, 2006). Neste estudo, na tabela 5 pode ser observado aumento significativo no teor de  $\beta$ -caroteno em purê de

tomate com pele e sementes. Foram encontrados  $1,16 \text{ mg}/100\text{g}^{-1}$  de  $\beta$ -caroteno em purê in natura e  $1,50 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$  aos 40 minutos de cozimento. A biodisponibilidade dos carotenóides, como o licopeno e o  $\beta$ -caroteno podem aumentar com o processamento térmico dos alimentos devido à quebra da parede celular e liberação destes compostos. O processamento térmico também pode ativar a ciclase do  $\beta$ -caroteno, estimulando sua produção (VALLVERDU-QUERALT et al., 2013).

Os resultados da atividade antioxidante em purê de tomate submetidos ao tratamento térmico em fervura e micro-ondas por diferentes tempos e avaliados pelos métodos de DPPH e FRAP apresentados na tabela 6 apresentaram diferenças significativas. A atividade antioxidante de purê de tomate aumentou quando submetidos em ambos os processamentos térmicos, sendo maior no cozimento em fervura no método do DPPH, atingindo valores de 92,06% de inibição enquanto que o purê in natura atingiu 71,49%. O cozimento no micro-ondas também aumentou a atividade antioxidante do purê, apresentou 89,50% de inibição. Em ambos os métodos (DPPH e FRAP), a atividade antioxidante do purê foi maior aos 40 minutos de cozimento na fervura como também no micro-ondas. Os antioxidantes hidrossolúveis estão representados pelos compostos fenólicos e ácido ascórbico presentes no tomate que são solúveis em água. As vitaminas são importantes na prevenção de diversas doenças, entre elas, as doenças cardíacas e os cânceres e os compostos fenólicos são eficientes no seqüestro de radicais peroxil e também são capazes de reduzir o quelato de ferro que catalisa a peroxidação lipídica (HOUSTON, 2005, FANASCA et al., 2006). Os carotenóides (licopeno e  $\beta$ -caroteno) são antioxidantes lipossolúveis, isto é, solúveis em gorduras, que necessitam de moléculas transportadoras como o colesterol para atravessarem o plasma sanguíneo (DE PASCALE, 2001, FANASCA et al., 2006).

Nota-se que a retirada da pele do tomate diminuiu a atividade antioxidante devido alguns compostos que estão presentes na casca de diversos frutos e hortaliças, como o licopeno e os flavonoides. O tomate está entre os alimentos com alto potencial antioxidante devido à presença dos compostos fenólicos, vitamina C e o licopeno (ABREU et al., 2012). O aumento na atividade antioxidante, pode ser atribuída principalmente ao teor de licopeno em purê de tomate. A ação da temperatura pode proporcionar a quebra das paredes celulares e aumentar a disponibilidade de licopeno. O

processamento térmico também favorece a perda de umidade, aumentando a concentração do produto e com isso aumenta a atividade antioxidante (PERIAGO et al., 2005). GAHLER et al. (2003) também encontraram aumento na atividade antioxidante em tomates processados de 0,041 mmol. 100g<sup>-1</sup> enquanto que em tomate in natura encontraram 0,017 mmol. 100g<sup>-1</sup>.

O teor poliaminas em purê de tomate apresentou diferenças significativas em ambos os tratamentos. Nota-se neste estudo que as poliaminas são sensíveis ao tratamento térmico. Os teores de espermina, espermidina, serotonina, dopamina e putrescina diminuíram após os 10 minutos de cozimento. As poliaminas desenvolvem papéis importantes no organismo, sendo responsáveis pelo desenvolvimento do cérebro, regeneração das células, síntese protéica, entre outros fatores (KALAC e KRAUSOVA, 2005).

As poliaminas presentes nos vegetais estão relacionadas com diversas atividades como quelantes de metais que causam oxidação nas células, participam da floração e desenvolvimento do fruto, resposta ao estresse e inibem produção de etileno e senescência (LOVAAS, 1997; LIMA; GLÓRIA, 1999). Neste estudo, nas tabelas 7 e 8, pode ser observado diminuição no conteúdo das poliaminas de acordo com o aumento do tempo de cozimento. Estes resultados estão de acordo com os descritos por ADÃO-GLÓRIA (2005) que as poliaminas são sensíveis a altas temperaturas.

Maiores teores de putrescina (Tabela 7) foram observados logo aos 5 minutos de cozimento em fervura (sem pele e sementes) e micro-ondas (com pele e sementes) para o purê. A partir dos 10 minutos, os resultados mostram valores mais abaixo dos demais tempos. Temperatura, armazenamento, colheita, tem sido descritos como alguns dos fatores principais que afetam as poliaminas (ADÃO; GLÓRIA, 2005). Nota-se que os purês processados, mostraram tendência de menores teores de poliaminas. A putrescina geralmente é a mais comum encontrada nos alimentos (TETI et al., 2002). Não apresenta efeito negativo para a saúde, exceto quando entra em competição com a histamina ou tiramina por enzimas detoxificantes formando as nitrosaminas (SILLA - SANTOS, 1996). Esta amina geralmente é formada durante a decomposição da matéria orgânica por não ocorrer mais sua conversão em espermina e espermidina (SILLA - SANTOS, 1996; BOUCHEREAU et al., 2000). Assim, os níveis encontrados nos purês podem evidenciar

maior preservação dos vegetais durante o processamento térmico. O cozimento influenciou os níveis de putrescina a partir dos 5 minutos (Tabela 7).

Como as poliaminas atuam como antioxidantes, as perdas dos níveis observados após o aumento do tempo de cozimento podem prejudicar a proteção das células contra os radicais livres. As poliaminas possuem atividade antioxidante através da oxidação de ácidos nucleicos, reduz oxidações nas células catalisadas por metais (BOUCHERAU et al., 1999). Níveis mais baixos das aminas biogênicas presentes nos alimentos não causam danos à saúde, porém, quando em excessos podem causar danos fisiológicos e efeitos tóxicos, o câncer de colo (PAPROSKI et al., 2002).

A espermidina, espermina e putrescina são importantes para o desenvolvimento reprodutivo masculino, feminino e desenvolvimento embrionário (LEFÈVRE et al., 2011). A espermina também pode evitar alergias em crianças, impedindo a absorção do alérgeno pelo intestino (DANDRIFOSSE, 2009). Aminas bioativas como a histamina, serotonina e dopamina são neurotransmissores no sistema nervoso central. A dopamina atua como precursor metabólico da adrenalina e é utilizada no tratamento de hipertensão grave após infarto agudo do miocárdio, que dilata os vasos sanguíneos renais aumentando o fluxo sanguíneo (LUPETTI et al., 2003). A tiramina atua como vasoconstritora, que podem aumentar a pressão sanguínea e a histamina atua também na redução da pressão sanguínea e pode desenvolver reações alérgicas (TAYLOR, 1986, STRATTON et al., 1991).

O consumo de alimentos rico em poliaminas deve ser evitado em pessoas com tumores, pois elas participam do desenvolvimento celular e pode trazer sérios danos a saúde destes pacientes. As poliaminas são importantes no período de cura de feridas, recuperação pós-operatório (exceto em caso de câncer), recuperação do fígado, pulmão e intestino (KALAC, 2014).

## **8 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Técnicas de preparo para consumo podem alterar a qualidade dos alimentos. Distintas formas de processamento induzem alterações diferentes no mesmo fruto ou hortaliça.

O tratamento térmico é muito utilizado e interfere na qualidade nutricional dos alimentos. O processamento térmico contribuiu para melhorar as características de qualidade do purê, como a acidez, pH e sólidos solúveis que são responsáveis pelo sabor.

Os fenois e o licopeno, provavelmente, contribuíram para o aumento da atividade antioxidante do purê. O tempo não influenciou nos níveis de carotenoides.

## **9 CONCLUSÃO**

O cozimento do purê de tomate via fervura induziu aumento de compostos com atividade antioxidante, principalmente, os níveis de compostos fenólicos, carotenoides e vitamina C.

O cozimento por fervura (40 minutos) induziu aumento dos compostos bioativos, contudo o tomate cru é uma excelente fonte de poliaminas.

O uso do tomate inteiro (casca e sementes) para o preparo do purê, fornece um produto rico em compostos bioativos e com maior atividade antioxidante.

## 10 REFERÊNCIAS

ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines and carbohydrate changes during ripening of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*). **Food Chemistry**, v.90, p.705-711, 2005

AOAC. Official Methods of Analysis. Arlington, VA: **Association of Official Analytical Chemists**. 1995

ALVES, C. A.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; BAHIA, M. V.; AGUIAR, R. M. Métodos para determinação de atividade antioxidante *in vitro* em substratos orgânicos. **QUIM. NOVA**. v. 33, n. 10, p. 2202-2210. 2010

AHMED, F. A.; ALI, R. F. M. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Fresh and Processed White Cauliflower. **BioMed Research International**. 2013

AKBAS, M. Y.; OZDEMIR, M. Application of gaseous ozone to control populations of *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* and *Bacillus cereus* spores in dried figs. **Food microbiology**, v. 25, n. 2, p. 386-39, 2008.

ABUSHITA, A. A.; HEBCHI, E. A.; DAOOD, H. G.; BIAKS, P. A. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. **J. Agric. Food Chem.** v.48, p. 2075-2081. 2000

BOUCHEREAU, A.; AZIZ, A.; LARHER, F.; MARTIN-TANGUY, J. Polyamines and environmental challenges: recent development. **Plant Science**, v.140, n. 2, p.103-125.1999

BOUCHEREAU, A.; GUÉNOT, P.; LARHER, F. Analysis of amines in plant materials. **Journal of Chromatography B**, v. 747, p. 49-67, 2000.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BERNHARDT S, SCHLICH E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. **J Food Eng** v. 77, p. 327-333. 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2 ed. Lavras: **UFLA**, p. 785. 2005.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

CHEN Y.X., GUO C.J., YANG J.J., WEI J.Y., WU J.Q. Effect of different cooking methods on the antioxidant capacity and related antioxidant of common vegetables. **Journal of Food Science and Biotechnology**, v. 27, p. 50-56. 2008

DADÁKOVÁ, E., PELIKÁNOVÁ, T., & KALAC, P. Contents of biologically active polyamines in duck meat and giblets after slaughter and their changes during meat storage and cooking. **Food Research International**, v. 48, p. 28-33. 2012

DADÁKOVÁ, E., NOVA, T. P., KALAC, P. Content of biogenic amines and polyamines in some species of European wild-growing edible mushrooms. **Eur. Food Res. and Technol.** 230, p. 163–171. 2009

DANDRIFOSSE, G. Biological aspects of biogenic amines, polyamines and conjugates. Trivandrum, India: **Transworld Research Network**, p. 438. 2009

DEWANTO V., WU X., LIU R.H. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 4959–4964. 2002

DUTRA, A. de S.; LEMOS, A. A.; FURTADO, S. P., NETO, J. O. Efeito do tratamento térmico na concentração de carotenóides, compostos fenólicos, ácido ascórbico e capacidade antioxidante do suco de tangerina murcote. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 15, n. 3, p. 198-207. 2012

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, 2006. 306p.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. The antioxidant capacity and polyphenol content of organic and conventional retail vegetables after domestic cooking. **Food Research International**. V. 42, p. 210–215. 2009

FLORES, H. E.; GALSTON. A. W. Analysis of polyamines in higher plants by high performance liquid chromatography. **Plant Physiology**, v. 69, p.701-706.1982

GALLER, S.; OTTO, K.; BOHM, V. Alterations of Vitamin C, Total Phenolics, and Antioxidant Capacity as Affected by Processing Tomatoes to Different Products. **J. Agric. Food Chem**, v. 51,p. 7962-7968. 2003

GARCIA, E.; BARRETT, D. M., Evaluation of processing tomatoes from two consecutive growing seasons: quality attributes, peelability and yield. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.30, p. 20–36. 2006

HARPAZ-SAAD, S.; YOON, G. M.; MATTOO, A. K.; KIEBER, J. J. The formation of ACC and competition between polyamines and ethylene for SAM. **Annu Plant Rev**, v. 44, p.53-81.2012

HAMACEK, F.R.; DELLA LUCIA, C.M.; DA SILVA, P.R.; MARTINO, H.S.D.; SANT'ANA, H.M.; MOREIRA, A.V.B. Caracterização de formulações de massa de macarrão sem glúten. **Alim. Nutr. Braz. J. Food Nutr.**, Araraquara, v.24, n.2, p. 135-143.2013.

HWANG, G. I.; SHIN, Y. J.; LEE, S.; LEE, J.; YOO, S. M. Effects of Different Cooking Methods on the Antioxidant Properties of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.).**Prev Nutr Food Sci.** v 17, p. 286-292. 2012

ILAHY, R.; HDIDER, R.; LENUCCI, M. S.; TLILI, I.; DALESSANDRO, G. Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high-lycopene tomato cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, p. 588–595. 2011

KAMPFENKEL, K., VAN MONTAGU, M., INZE´ , D. Extraction and determination of ascorbate and dehydroascorbate from plant tissue. **Analytical Biochemistry** v. 225, p. 165–167. 1995

KALAC, P.;KRAUSOVÁ, P. A. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. **Food Chemistry**, v.90, n.1, p. 219-230. 2005

KALAC, P. Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. **Food Chemistry**, v.161, p. 27–39. 2014

KAMEL, S. M. Effect of microwave treatments on some bioactive compounds of parsley (*Petroselinum Crispum*) and dill (*Anethum graveolens*) leaves. **Food Processing & Technology**, v. 4, n. 6. 2013

KOZOVÁ, M., KALAC, P., & PELIKÁNOVÁ, T.. Biologically active polyamines in pig kidneys and spleen: Content after slaughter and changes during cold storage and cooking. **Meat Science**, v. 79, p. 326–331. 2008

KUSANO, T.; YAMAGUCHI, K.; BERBERICH, T.; TAKAHASHI, Y. Advances in polyamine research in. **Journal of plant research**, v.120, n.3, p.345-350.2007

LEGAZ, M.E.; DE ARMAS, R; PINON, D.; VICENTE, C. Relationships between phenolic-conjugated polyamines and sensitivity of sugarcane to smut (*Ustilagoscitaminea*). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.49, p.1723-1728.1998

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207-220. 2000

LEITE, G.A.; CARVALHO, C. A. A. de; FREITAS, W. E. de S.; DANTAS, J. I. A.; PONTES, C. A.; FERNANDES, P. L. de O. A ação das poliaminas na maturação e senescência de frutos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 4, p. 08-21. 2012

LEFÈVRE, P. L. C., PALIN, M. F., & MURPHY, B. D.. Polyamines on the reproductive landscape. **Endocrine Reviews**, v. 32, p. 694–712. 2011

LEŠKOVÁ E, KUBÍKOVÁ J, KOVÁČIKOVÁ E, KOŠICKÁ M, PORUBSKÁ J, HOLCÍKOVÁ. Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. **J Food Compos.** v.19, p. 252-276.2006

LIMA, A. S.; GLÓRIA, M. B. A. Aminas bioativas em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 33, p. 70-79, 1999

LIMA, G. P. P.; ROCHA, S. A. D.; TAKAKI, M.; RAMOS, P. R. R. Polyamines contents in some foods from Brazilian population basic diet. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1294-1298. 2006

LIMA, G.P.P.; ROCHA, S; TAKAKI, M; RAMOS, P. R. R.; ONO, E. O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **Int J Food Sci Techn**, v. 43, p.1838–1843. 2008

LIN, C. H.; CHANG, C. Y. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. **Food Chemistry**. v. 90, p. 9–15

LOVAAS, E. Antioxidative and metal chelating effects of polyamines. **Advances in Pharmacology**, v. 38, p. 119-149, 1997

LUPETTI, K. O.; RAMOS, L. A.; FATIBELLO-FILHO, O. Determinação enzimática de dopamina em formulações farmacêuticas utilizando sistema de análise por injeção em fluxo com extrato bruto de abacate (*Persea americana*). **Quim. Nova**, v. 26, n. 2, p.197-201, 2003

MAHAPATRA, A.K., MUTHUKUMARAPPAN, K., JULSON, J.L. Applications of ozone, bacteriocins and irradiation in food processing: a review. **Critical Reviews in food science and nutrition**, v.45, p. 447-461. 2005

MALIK, A.U., SINGH, Z., KHAN, A.S. Role of polyamines in fruit development, ripening, chilling injury, storage and quality of mango and other fruits: A review. Proceedings: International Conference on Mango and Date Palm: Culture and Export, p. 182-187. 2005

MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie* v. 26, n. 2, p. 83-99. 1995

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

MAZZEO, T.; N'DRI, T.; CHIAVARO, E.; VISCONTI, A.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. **Food Chemistry**.v. 128 p. 627–633. 2011

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; MARIA, C. A. B. de. Componentes voláteis do café torrado. Parte II. Compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos. **Quím. Nova**, v. 23 n.2. 2000

MIGLIO, C.; CHIAVARO, E.; VISCONTI, A.; FOGLIANO, V.; PELLEGRINI, N. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 139–147. 2008

NATHAN, R.; ALTAMAN, A.; MONSELISE, S.P. Changes in activity of polyamine biosynthetic enzymes and polyamines contents in developing fruit tissues of 'Murcott' mandarin. **Scientia Hort**, v.22, p.359-364. 1984

PARISH, M. E.; BEUCHAT, L. R.; SUSLOW, T. V.; HARRIS, L. J.; GARRETT, E. H.; FARBER, J. N.; BUSTA, F. F. Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, v.2, p.161–173. 2003

PAPROSKI, R. E.; ROY, K. I.; LUCY, C. A. Selective fluorometric detection of polyamines using micellar electrokinetic chromatography with laser-induced fluorescence detection. *Journal of Chromatography*, v. 946, p. 265-273, 2002

PELLEGRINI, N., COLOMBI, B., SALVATORE, S., BRENNA, O., GALAVERNA, G., Del Rio, D. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. *Journal of The Science of Food and Agriculture* v. 87, p. 103–111. 2007

POPOVA, M.; BANKOVA, V.; BUTOYSKA, D.; PETKOV, V.; NIKOLOVA-DAMYANOVA, B.; SABATINI, A. G.; MARCAZZAN, G. L.; BOGDANOV, S. Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type populus. *Phytochemical Analysis*, v.15, n 4, p. 235-240, 2004.

RAIJ, van B. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, p. 285.1997

RAO, A.V. Tomatoes, Lycopene and Human Health. Preventing Chronic Diseases. **Caledonian Science Press**, Badalona, Spain. 2006

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F.; *J. Sci. Food Agric.*, v. 79, p. 1301. 1999

SONG J. F., LIU C. Q., LI D. J., MENG L.L. Effect of cooking methods on total phenolic and carotenoid amounts and DPPH radical scavenging activity of fresh and frozen sweet corn (*Zea mays*) kernels. *Czech J. Food Sci.*, v. 31, p. 607–612. 2013

SINGLETON, V.L. & ROSSI JR, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, v.16, p.144-158.

SILLA SANTOS, M. H. Biogenic amines: their importance in foods. **International Journal of Food Microbiology**, v. 29, n. 2/3, p. 213-231, 1996

STRATON, J. E.; HUTKINS, R. W.; TAYLOR, S. L. Biogenic amines in cheese and other fermented foods. A review. **J. Food Prot.** v. 54, p. 460-470. 1991

FANASCA, S.; COLLA, G.; MAIANI, G.; VENNERRIA, E.; ROUPHAEL, Y.; AZZINI, E.; SACCARDO, F. Changes in Antioxidant Content of Tomato Fruits in Response to Cultivar and Nutrient Solution Composition. **J. Agric. Food Chem.** v. 54, p. 4319-4325. 2006

TAYLOR, S. L. Histamine food poisoning: toxicology and clinical aspects. **Crit. Rev. Toxicol.** v. 17, n. 2, p. 91-128. 1986

TETI, D.; VISALLI, M.; McNAIR, H. Analysis of polyamines as markers of (patho) physiological conditions. **Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications**, v. 781, p. 107-149, 2002

TOUMADJE, A.; RICHARDSON, D. G. Endogenous polyamines concentrations during development, storage and ripening of pear fruits. **Phytochem.**, v. 27, p. 335-338. 1988

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomico; Fundação IAC, 1997. 285 p.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; MEDINA-REMÓN, A.; CASALS-RIBES, I.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. Is there any difference between the phenolic content of organic and conventional tomato juices? **Food Chemistry**, v. 130, n. 1, p. 222-227. 2012

WINER, L., APELBAUM, A. Involvement of polyamines in the development and ripening of avocado fruits, **J. Plant Physiol.**, 126, p. 223-233. 1986

YAMAGUCHI T., MIZOBUCHI T., KAJIKAWA R., KAWASHIMA H., MIYABE F., TERAOKA J., TAKAMURA H., MATOBA T. Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. **Food Science and Technology Research**, v. 3, p. 250-257. 2001

ZHANG D.L., HAMAUZU Y. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. **Food Chemistry**, v. 88,p. 503–509. 2004

ZENEBON, O. et al. 2008. Physical and chemical methods for food analysis. 4th ed. [Internet]. São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**.

ZUZUNAGA, M.; SERRANO, M.; MARTÍNEZ-ROMERO, D.; VALERO, D.; RIQUELME, F. Comparative study of two plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars during growth and ripening. **Foodscienceandtechnologyinternational**, v.7, n.2, p.123-130. 2001

## 11 Anexos



