



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Botucatu



MILENA GALHARDO BORGUINI

**PERFIL BIOQUÍMICO DE MARACUJÁ SANITIZADO E SUBMETIDO AO
ARMAZENAMENTO**

BOTUCATU

2018

MILENA GALHARDO BORGUINI

**PERFIL BIOQUÍMICO DE MARACUJÁ SANITIZADO E SUBMETIDO AO
ARMAZENAMENTO**

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

Orientador: Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pace
Pereira Lima

Co-orientador: Prof^o Dr^o Igor Otávio
Minatel

BOTUCATU

2018

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

B734p Borguini, Milena Galhardo, 1979-
Perfil bioquímico de maracujá sanitizado e submetido ao armazenamento / Milena Galhardo Borguini. - Botucatu: [s.n.], 2018
68 p.: grafs. color., ils. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientadora: Giuseppina Pace Pereira Lima
Coorientador: Igor Otávio Minatel
Inclui bibliografia

1. Passiflora - Pós colheita. 2. Antioxidantes. 3. Compostos bioativos. I. Lima, Giuseppina Pace Pereira. II. Minatel, Igor Otávio. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "PERFIL BIOQUÍMICO DE MARACUJÁ SANITIZADO E SUBMETIDO AO
ARMAZENAMENTO"

AUTORA: MILENA GALHARDO BORGUINI
ORIENTADORA: GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
COORIENTADOR: IGOR OTÁVIO MINATEL

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



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



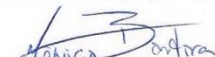
Prof. Dr. SANTINO SEABRA JÚNIOR
Departamento de Agronomia / Universidade do Estado do Mato Grosso



Profa. Dra. FERNANDA MANI
Depto. de Química e Bioquímica / IB/Botucatu - Unesp



Profa Dra CAMILA RENATA CORREA CAMACHO
Depto. de Patologia / FM/Botucatu - Unesp



Dra. MÔNICA BARTIRA DA SILVA
Química e Bioquímica / IBB/Unesp Botucatu

Botucatu, 29 de junho de 2018.

Aos meus queridos pais Carlos e Teresa
e à minha querida irmã Renata,
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar, me proteger e cuidar de todos os meus passos.

Aos meus pais Teresa Galhardo, Carlos Borguini e minha irmã Renata Borguini, que são meus maiores exemplos de pessoas. Muito obrigada por acreditarem em mim me dando todo apoio nas horas boas e difíceis da caminhada. Amo muito vocês.

À Faculdade de Ciências Agronômicas Unesp Botucatu-SP.

Ao Departamento de Horticultura.

Ao Departamento de Química e Bioquímica (IBB/Unesp Botucatu).

Aos funcionários do Departamento: Elaine, Fabio, Augusto, Gabriela.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa em todo meu curso.

À prof^a. Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima, pela orientação, amizade e ensinamento, ao longo desses anos. Muito obrigada.

Ao meu co-orientador Dr. Igor Otávio Minatel, pela amizade e paciência ao me passar seus conhecimentos e obrigada por todos os conselhos.

Aos companheiros de laboratório: Luan Ormond, Mônica Bartira, Cristine Borges, Hector Alonso, Gean Monteiro, Matheus Berlin, Marla Diamante.

A todos os amigos que fiz nessa trajetória da pós-graduação, em especial: Natália Lanna, Kelly Nunes, Kamila Mônaco, Ana Emilia Tavares, Inellian Bruna, Breno Kennedy e Marlon Jocimar.

À minha querida amiga Marizete Cavalcante que mora no meu coração e se tornou minha irmã e companheira de trabalho.

RESUMO

O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá, sendo a produção destinada a indústria de suco e consumo in natura. A presença de compostos bioativos nos frutos tem despertado interesse em pesquisas por apresentarem propriedades antioxidantes benéficas a saúde, tais como: fenólicos, carotenoides, vitamina C e poliaminas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o perfil bioquímico de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) sanitizado e submetido ao armazenamento. Os frutos foram adquiridos em área de produção comercial na cidade de Presidente Prudente SP. Após colhidos, foram selecionados, higienizados, e submetidos aos tratamentos de sanitização, através da imersão em água da rede de abastecimento público; água clorada; ácido peracético (Tsunami) e água ozonizada e, posteriormente, levados para câmara fria sob temperatura de 10 ± 1 °C e 90 ± 2 % UR para armazenamento. As avaliações foram realizadas após a colheita e aos 7, 14, 21 e 28 dias de armazenamento em câmara fria e a cada 3 dias armazenadas em ambiente (14+3, 21+3, 28+3) simulando as condições de comercialização. As análises realizadas foram: perda de massa, pH, sólidos solúveis, acidez total titulável, compostos fenólicos (fenóis e flavonoides), vitamina C, carotenoides, ácido ascórbico e dehidroascórbico, poliaminas e atividade antioxidante pelos métodos FRAP e DPPH. O delineamento experimental foi em parcela subdividida com 4 tratamentos, 9 dias de avaliação e 4 repetições, sendo a parcela o sanitizante e a sub parcela os dias avaliados. Houve uma tendência de aumento nos compostos bioativos quando utilizada água ozonizada, seguida do tratamento com ácido peracético, água clorada e água de abastecimento público. Conclui-se que os sanitizantes influenciaram nos teores de compostos bioativos ao longo do tempo de armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Para que haja uma sanitização mais eficaz e obtenção de frutos com maiores teores de compostos bioativos, recomenda-se o uso do tratamento com água ozonizada e que sejam consumidos até os 21 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Atividade antioxidante. *Passiflora edulis* Sims. Compostos bioativos. Sanitização.

ABSTRACT

Brazil is the world's leading producer of passion fruit, with production destined for the juice and consumer industry in natura. The presence of bioactive compounds in the fruits has aroused interest in research because they have antioxidant properties beneficial to health, such as: phenolics, carotenoids, vitamin C and polyamines. The objective of this study was to evaluate the biochemical profile of yellow passion fruit (*Passiflora Edulis Sims*) sanitized and submitted to storage. The fruits were purchased in commercial production area in the city of Presidente Prudente SP. After being harvested, they were selected, sanitized, and submitted to sanitization treatments, by immersing them in water from the public supply network; chlorinated water; (Tsunami) and ozonated water and then taken to a cold room at a temperature of 10 ± 1 ° C and $90 \pm 2\%$ RH for storage. The evaluations were performed after harvest and at 7, 14, 21 and 28 days of storage in a cold room and every 3 days stored in the environment (14+3, 21+3, 28+3) simulating the conditions of commercialization. The analyzes were: loss of mass, pH, soluble solids, titratable total acidity, phenolic compounds (phenols and flavonoids), vitamin C, carotenoids, ascorbic and dehydroascorbic acid, polyamines and antioxidant activity by FRAP and DPPH methods. The experimental design was subdivided into 4 treatments, 9 days of evaluation and 4 replicates, with the plot being the sanitizing agent and the subplotting the evaluated days. There was a tendency for bioactive compounds to increase when ozonated water was used, followed by treatment with peracetic acid, chlorinated water and public water supply. It was concluded that the sanitizers influenced the contents of bioactive compounds during the time of refrigerated storage and simulation of commercialization. In order to achieve a more efficient sanitization and fruiting with higher contents of bioactive compounds, it is recommended to use ozonated water treatment and consumed up to 21 days of storage.

Key words: Antioxidant activity. *Passiflora edulis* Sims. Bioactive compounds. Sanitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ozonizador.....	31
Figura 2 - Armazenamento refrigerado (Câmara fria).....	32
Figura 3 - Retirada da polpa do maracujá.....	33
Figura 4 - Perda de massa de frutos de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado. Botucatu-SP, FCA-UNESP, 2018.....	39
Figura 5 - Teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.	43
Figura 6 - Teor de fenóis totais ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.	44
Figura 7 - Teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.	50
Figura 8 - Teor de dehidroascórbico ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.	51
Figura 9 - Atividade antioxidante pelo método de DPPH reduzido (A) e Frap (mmol de Fe L^{-1}) (B) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado de análise física da amostra de solo obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014.	32
Tabela 2 - Resultado de análise química das amostras de solo para macronutrientes e micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014.	32
Tabela 3 - Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes e micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014.	32
Tabela 4 - pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (g ácido cítrico 100 g ⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e simulação das condições de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.	41
Tabela 5 - Teor de poliaminas (mg L ⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.....	48
Tabela 6 - Carotenoides totais (µg mL ⁻¹) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização. Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018.....	48
Tabela 7 - Teor de poliaminas (mg L ⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada. Botucatu-SP,FCA UNESP, 2018.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo Geral.....	21
2.2	Objetivos específicos	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	Aspectos Gerais	22
3.2	Gênero Passiflora.....	23
3.3	Pós-colheita de frutas	23
3.4	Sanitização.....	25
3.5	Atividade antioxidante e compostos bioativos.....	26
4	MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1	Obtenção e seleção dos frutos	30
4.2	Sanitização dos frutos	30
4.3	Caracterização química do solo.....	32
4.5	Análises Físico-químicas.....	33
4.5.1	Perda de Massa	33
4.5.2	Potencial hidrogeniônico (pH).....	33
4.5.3	Acidez Titulável (AT)	34
4.5.4	Sólidos Solúveis (SS).....	34
4.5.5	Vitamina C.....	34
4.6	Análises de Compostos Bioativos.....	34
4.6.1	Fenólicos Totais	34
4.6.2	Flavonoides Totais	35
4.6.3	Carotenoides Totais	35
4.6.4	Ácido ascórbico (AA) e dehidroascórbico (ADHA)	35
4.6.5	Poliaminas	36
4.7	Atividade Antioxidante	37
4.7.1	DPPH	37
4.7.2	FRAP.....	37
4.8	Delineamento experimental e análise estatística	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	Análises Físico-químicas.....	38
5.1.1	Perda de massa	38
5.1.2	pH, Sólidos Solúveis e Acidez Titulável	39
5.1.3	Vitamina C.....	42
5.2.	Análises de Compostos Bioativos.....	43

5.2.1	Fenólicos Totais.....	43
5.2.2	Flavonoides Totais	44
5.2.3	Carotenoides Totais	47
5.2.4	Ácido Ascórbico e Dehidroascórbico	49
5.3	Atividade antioxidante (DPPH e FRAP).....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
7	CONCLUSÕES.....	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é um fruto pertencente à família Passifloraceae, conhecido pelas suas características peculiares, como seu aroma exótico e distinto (JIMÉNEZ et al., 2011).

O maracujazeiro é plantado em praticamente todos os estados brasileiros, proporcionando economia e renda em inúmeros municípios. O Brasil produz em torno de 703.489 toneladas por ano. Os maiores produtores da cultura no país são os estados da Bahia, com produção de 342.780 toneladas, e do Ceará, com produção de 98.122 toneladas. (IBGE, 2016).

Dentre as espécies, o maracujá-azedo ocupa em torno de 95% da área cultivada no Brasil e no mundo, sua produção é destinada principalmente para a indústria de suco e também para o mercado de consumo *in natura*.

O maracujá também é utilizado pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos, devido ao elevado valor nutritivo dos frutos, ricos em cálcio, fósforo, carotenoides e vitamina C. Além disso, destaca-se a presença de substâncias como a passiflorina e a maracugina, usadas como calmantes. A casca do maracujá é rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo (CÓRDOVA et al., 2005).

O consumo de alimentos *in natura* é importante e recomendado pelas autoridades de saúde. Segundo o Guia Alimentar para a População Brasileira (Brasil, 2014) a maior parte da alimentação deve ser composta por alimentos *in natura* devido a inúmeros benefícios à saúde. Contudo para que o consumo *in natura* ocorra, existem alguns parâmetros de qualidade que devem ser adotados que passam pela colheita, armazenamento até o consumo.

Nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação com o uso do hipoclorito e dos demais sais de cloro em alimentos, por serem considerados precursores de cloraminas orgânicas, as quais são prejudiciais à saúde humana por seu alto potencial carcinogênico.

Com isto, tem sido incentivada a pesquisa com novos agentes sanitizantes que não gerem resíduos, surgindo a opção da utilização de ozônio como sanitizante de alimentos (JACQUES et al., 2015).

O gás ozônio (O₃) foi descoberto pelo químico suíço Christian Friedrich Schönbein em meados do século XIX. Em 1848, Hunt concluiu que o ozônio era a forma alotrópica do oxigênio, sendo que uma década depois ficou claramente

identificada sua composição triatômica O_3 . Em temperatura ambiente e em baixas concentrações, apresenta-se como um gás incolor; já em altas concentrações adquire uma coloração azulada. O gás ozônio possui odor penetrante e é facilmente detectável em concentrações muito baixas (0,01 a 0,05 ppm) (COELHO et al., 2015).

O ácido peroxiacético, comercialmente chamado de Tsunami, tem mostrado ser eficaz contra *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes* em produtos frescos (BEUCHAT et al., 2004; RODGERSET al., 2004).

Portanto, o estudo das diferentes condições de sanitização e de armazenamento contribui para a avaliação da qualidade do fruto. Tanto o estudo da vida útil e quanto da qualidade nutricional dos frutos são importantes, uma vez que determinam suas condições de comercialização e posterior consumo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos de maracujá sob a influência de diferentes sanitizantes (ozônio, hipoclorito de sódio e ácido peracético), assim como tempo de armazenamento refrigerado e na simulação das condições de comercialização.

2.2 Objetivos específicos

Verificar a influências dos diferentes sanitizantes sob as características físico-químicas e dos compostos bioativos dos frutos;

Avaliar o as características físico-químicas e dos compostos bioativos dos frutos após o armazenamento refrigerado e simulação das condições de comercialização;

Avaliar a vida pós - colheita dos frutos submetidos em diferentes sanitizantes e condições de armazenamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos Gerais

A fruticultura é um dos setores da economia brasileira que apresenta grande potencial de expansão, isso em razão da crescente demanda por polpa e suco de frutas, tanto no mercado nacional como no internacional (COSTA e COSTA, 2005, BRAZILIANFRUIT, 2007). Em função disso, o cultivo do maracujá vem se destacando no Brasil e se encontra entre as nove principais fruteiras cultivadas no País (FERNANDES, 2006).

O Brasil é o maior produtor e também o maior consumidor mundial de maracujá. Segundo Faleiro et al. (2005), a produção brasileira de maracujá representa mais de 70% da produção mundial. Dados do IBGE (2012) mostram que o Brasil produz mais de 920 mil toneladas por ano em uma área plantada de aproximadamente 62 mil ha, 72% maior do que a área registrada no ano de 2005.

O maracujazeiro é originário da América Tropical, com mais de 150 espécies de *Passifloraceas* utilizadas para consumo humano. As espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*) (CEPLAC, 2010). O Brasil e a Colômbia, considerados grandes produtores de maracujá (MELETTI, 1996), são os países que têm maior diversidade de *Passifloraceae* (KILLIP, 1938 citado por EMBRAPA, 2010). Entretanto, o *P. edulis* Sims (maracujá-amarelo, maracujá-azedo, entre outros nomes populares) ocupa 95% dos pomares brasileiros (MELETTI, 1996).

O maracujá é usado principalmente na alimentação humana, sendo comercializado principalmente na forma *in natura* e utilizado no preparo de sucos, doces, geleias, sorvetes e licores (RUGGIERO, 1998). No entanto, a comercialização do maracujá como suco industrializado, no mercado brasileiro, tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos e representa aproximadamente 8,5% do volume de sucos prontos consumidos em todo o país (COSTA e COSTA, 2005).

3.2 Gênero *Passiflora*

As diferentes espécies do gênero *Passiflora* são conhecidas pelos nomes de “maracujá”, “maracujazeiro” e ainda “Flor da Paixão” (SALOMÃO, et al., 1987). O nome maracujá é uma denominação indígena, de origem Tupi, que significa “alimento em forma de cuia”.

A família Passifloraceae tem como principal centro de diversidade genética a América Tropical, sendo o Brasil um dos principais centros (VASCONCELOS E DUARTE FILHO, 2000). O gênero *Passiflora* é o mais importante da família Passifloraceae, apresentando maior importância econômica de espécies (BELLON, 2008). Segundo Cunha et al. (2002), cerca de 70 espécies do gênero produzem frutos comestíveis.

Muitas espécies do gênero *Passiflora* são cultivadas pelas propriedades alimentícias, ornamentais e medicinais (SOUZA e MELETTI, 1997; TOCCHINI et al., 1994). O uso medicinal baseia-se nas propriedades calmantes, um sedativo natural encontrado nos frutos e nas folhas (SOUZA e MELETTI, 1997).

O valor ornamental é conferido pelas belas flores, que exercem atração pelo seu tamanho, exuberância das cores e originalidade das formas, apresentando grandes perspectivas em relação à exploração do seu potencial paisagístico. (PEIXOTO et al., 2005)

No Brasil, as espécies com maior expressão comercial são a *Passiflora edulis* (maracujá-azedo) e a *Passiflora alata* Curtis (maracujá-doce) (SOUZA e MELETTI, 1997). O maracujá-azedo é o mais conhecido, cultivado e comercializado devido à qualidade de seus frutos e ao seu maior rendimento industrial. O maracujá-doce tem sua produção e comercialização limitada pela falta de hábito de consumo e pelo desconhecimento da maioria da população (FALEIRO et al., 2005). Ao contrário do maracujá-azedo, o maracujá-doce é consumido exclusivamente como fruta fresca (SOUZA e MELETTI, 1997).

3.3 Pós-colheita de frutas

Ao dimensionar ou planejar um sistema de armazenamento de frutas, a respiração é o principal fator a ser considerado. Conhecer a taxa respiratória dos frutos permite prever a composição dos gases durante o armazenamento, porque

quanto maior for a taxa respiratória do produto, menor é seu tempo de armazenamento.

A taxa respiratória de uma fruta depende do seu grau de desenvolvimento. Inicialmente, durante o crescimento, ocorre um aumento, que diminui lentamente até chegar ao estado de maturação (GONÇALVES, 2009). Após a colheita, a respiração passa a ser o principal processo fisiológico dos frutos, uma vez que os frutos não dependem mais da absorção de água e minerais pela raiz, nem da condução de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta-mãe. A energia liberada pela respiração é utilizada nos processos de síntese que ocorrem no amadurecimento (SILVA et al., 2007).

Fatores ambientais como umidade, temperatura e concentração de gases na atmosfera, interferem na vida útil dos produtos. Como por exemplo, a alta umidade, que apesar de contribuir com a manutenção da textura, também pode trazer efeitos indesejáveis como o crescimento microbiano, acelerando a degradação do produto. (CENCI, 2006).

Durante o armazenamento muitos compostos voláteis são acumulados na atmosfera, como é o caso do etileno, que é aparentemente o mais importante, sendo que a remoção do mesmo da atmosfera pode reduzir os processos fisiológicos relacionados ao amadurecimento e senescência (CENCI, 2006). Além disso, o etileno atua diretamente no aumento da respiração celular, influenciando no metabolismo do fruto, favorecendo o aumento das pectinas solúveis, conseqüentemente melhorando a textura da fruta, ativa as transformações da cor das frutas como estimulação da degradação da clorofila, estimula a hidrólise de polissacarídeos, a perda de ácidos, taninos e fenóis, ou seja, acelera todo o processo metabólico de amadurecimento do fruto (GONÇALVES, 2009).

As perdas pós-colheita começam a partir da colheita e ocorrem em todos os pontos da comercialização até o consumo (CENCI, 2006). Cerca de 20 a 50% do que é produzido das frutas tropicais tradicionalmente comercializadas atingem perdas na pós-colheita, enquanto para outras frutas nativas ou exóticas, ainda pouco exploradas, representam na maioria das vezes, valores maiores que 50% (SILVA et al., 2007).

Sendo assim, alguns métodos vêm sendo utilizados para evitar as perdas pós-colheita, entre eles as baixas temperaturas, já que apresenta efeitos benéficos para o atraso da senescência e conservação da qualidade desses alimentos (MENG et al.

2008). A temperatura exerce influência direta sobre o processo respiratório e também reduz as reações metabólicas, uma vez que, através do processo respiratório, é gerada a energia necessária para a síntese de enzimas constituintes da célula dentre outros produtos (SALUNKHE et al. 1991). A temperatura deve ser reduzida imediatamente após a colheita, mantida e controlada durante todo o processo de armazenamento dos vegetais (LIN e ZHAO, 2007), pois afeta a respiração, já que baixas temperaturas tendem a diminuir a respiração, diminuindo o metabolismo vegetal (JACOMINO et al. 2008; PINTO, 2005).

Durante o armazenamento pós-colheita, o metabolismo continua e geralmente, os compostos tendem a sofrer reações oxidorredução, podendo sofrer ação de enzimas, produzindo espécies reativas de oxigênio (ROSA et al., 1999).

3.4 Sanitização

A lavagem em água corrente de boa qualidade pode reduzir em até 90% a carga microbiana dos vegetais. Porém essa atividade, não é suficiente para manter a contaminação em níveis seguros, sendo essencial a aplicação de uma etapa de sanitização com agentes antimicrobianos reconhecidos como GRAS (Generally Recognized as Safe) (NASCIMENTO; SILVA, 2010).

Os sanitizantes são agentes, normalmente químicos, que tem como função reduzir os microrganismos críticos para saúde pública a níveis considerados seguros, com base em parâmetros estabelecidos, sem prejudicar nem a qualidade do produto. Na indústria de alimentos, podem ser encontrados diversos tipos de sanitizantes, tais como: compostos à base de cloro, iodo, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e quaternário de amônio, estes produtos antes de serem utilizados, devem ser aprovados através de testes laboratoriais, nas condições recomendadas pelos fabricantes (Pinheiro et al., 2011).

Para aumentar a vida útil e também aumentar a segurança microbiana destes produtos, o cloro é comumente aplicado como ácido hipocloroso e hipoclorito na indústria como desinfetante em concentrações variando entre 50 e 200 ppm de cloro livre e para um tempo máximo de exposição de 5 minutos. O cloro, principalmente o hipoclorito de sódio, é o composto mais utilizado na sanitização e frutas, porém, apresenta o risco de formação de compostos indesejáveis, como os

trihalometanos, originados pela reação com matéria orgânica e considerados potenciais carcinógenos (NASCIMENTO; SILVA, 2010).

O processo de sanitização nas indústrias brasileiras normalmente é realizado com o uso de cloro visto que este é um sanitizante relativamente fácil de aplicar e monitorar, além de apresentar um custo relativamente baixo, possuir amplo espectro de ação microbiana passando a ser o agente primordial para este fim (COELHO et al., 2015).

Em 2001, a Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos declarou que o ozônio era uma substância reconhecida como segura (GRAS) para uso comercial como desinfetante e sanitizante no manuseio de alimentos. A aplicação do ozônio recebeu interesse comercial na indústria de alimentos devido à sua eficácia para prolongar a vida útil de produtos *in natura* ou ao inibir o crescimento de microorganismos (YEOH; ALI; FORNEY, 2014).

O ozônio está sendo amplamente testado para fins de desinfecção nas indústrias alimentares. Devido à sua rápida decomposição, diminuiu as preocupações com os resíduos tóxicos e atraiu atenção para seu uso pela segurança. Muitos estudos mostraram que poderiam ser obtidas altas taxas de inativação microbiana com tratamentos de ozônio aquoso e gasoso. Por outro lado, o ozônio também pode causar alguns efeitos prejudiciais sobre a fisiologia e a qualidade do produto, como perdas de cor, constituintes antioxidantes, entre outros, devido à sua forte atividade oxidante (KARACA; VELIOGLU, 2014).

O ácido peracético, também chamado de peróxido de ácido acético ou ácido peraxiacético é obtido pela reação do ácido acético ou anidrido acético com peróxido de hidrogênio, apresenta elevada capacidade de oxidação dos componentes celulares dos microorganismos, mesmo em baixas concentrações. É esporicida em baixas temperaturas e continua efetivo na presença de material orgânico, além de não apresentar efeito residual tóxico.

Srebernich, 2007 ao avaliar o uso de diferentes sanitizantes em cheiro verde, observou que o uso do ácido peracético (180ppm/ 5 minutos), pode ser utilizado para substituir o hipoclorito de sódio (120ppm/ 15 minutos) .

3.5 Atividade antioxidante e compostos bioativos

Para diminuir a ação das espécies reativas de oxigênio, as plantas produzem

substâncias que atacam os radicais livres, denominadas antioxidantes, que são compostos que inibem ou retardam a oxidação de outras moléculas, impossibilitando o início ou a propagação das reações de oxidação em cadeia. Antioxidantes naturais constituem uma ampla gama de compostos, incluindo compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides (VELIOGLU et al., 1998).

Os compostos bioativos têm função antioxidante e agem reduzindo ou até mesmo impedindo as lesões causadas pela formação de radicais livres e de espécies reativas, prevenindo a deterioração oxidativa. Os radicais livres são produzidos naturalmente nas reações do organismo, contudo, quando em excesso, provocam uma série de danos, podendo ser prejudiciais à saúde. Nesse sentido, o organismo possui duas formas de defesa contra a ação dos radicais livres, por mecanismos de produção de enzimas celulares usadas para neutralizar a oxidação endógena (por ex., superóxido dismutase, catalase, entre outras) e a ação de antioxidantes provenientes da dieta alimentar e outra fontes (MELO et al., 2008).

Assim, a busca pela relação mais vantajosa da alimentação e a qualidade nutricional, exigida pelo consumidor, pode conduzir ao aumento desejado no consumo de frutas e hortaliças específicas. A razão estaria na descoberta e/ou quantificação desses compostos bioativos, com potencial ação benéfica, presentes em determinadas espécies, levando-os a categoria de “alimentos funcionais” (MELO et al., 2008).

Estudos epidemiológicos sugerem que uma dieta equilibrada com a inclusão em quantidades adequadas de alguns alimentos ditos como funcionais é associado com a baixa incidência de doenças degenerativas incluindo o câncer, doenças cardiovasculares, inflamações, artrites, declínio do sistema imune, disfunção cerebral, diabetes, mal de Alzheimer e alguns tipos de catarata (ABDILLE et al., 2005; HE et al., 2007; KUSKOSKI et al., 2005; WU et al., 2004).

Diversos estudos epidemiológicos observacionais têm mostrado que as dietas ricas em frutas e hortaliças, que são fontes de carotenoides e compostos fenólicos estão correlacionadas à redução dos riscos de aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis (LIU et al., 2000; NEUHOUSER et al., 2002; HUNG et al., 2008).

Frutas e hortaliças contém vitamina C, vitamina E, compostos fenólicos e carotenoides, sendo fontes naturais de antioxidantes (KCHAOU et al., 2014). A atividade antioxidante está associada à redução do risco de doenças (GROPPER, 2005). Sabe-se que dietas ricas em frutas e hortaliças são importantes para a

redução do risco de incidência de várias doenças humanas, algumas graves, como doenças cardiovasculares e câncer. Muitos estudos indicam que os efeitos protetores podem resultar da ingestão dos antioxidantes, que estão presentes nos vegetais. Assim, uma quantidade crescente de estudos está relacionado à identificação de substâncias antioxidantes, como carotenoides, compostos fenólicos e vitamina C (Fraser et al., 2004).

Entre os frutos com compostos que apresentam atividade antioxidante, está o maracujá. Os frutos são ricos em minerais, vitaminas (DHAWAN et al., 2004), compostos fenólicos (TALCOTT et al., 2003) e carotenoides (WONDRACEK et al., 2011), que contribuem também para os seus atributos sensoriais e nutricionais. Entre os carotenoides presentes, ao β -caroteno é atribuída a cor amarelada típica do suco (UENOJO et al., 2007).

Além do valor nutricional e funcional do maracujá, este apresenta propriedades medicinais. O uso de plantas com potencial medicinal já foi introduzido no Brasil, no sistema público de saúde (CALIXTO, 2000; WAYLAND, 2003), e de acordo com dados oficiais do Sistema Unificado de Saúde (SUS), em 2010, foi introduzido o uso de fitoterápicos em 16 estados da Federação (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Desse modo, o estudo de plantas que apresentem maior teor de substâncias de interesse é importante para a sociedade, assim como para as indústrias farmacêuticas.

Na medicina popular, o fruto também é indicado como tranquilizante suave, no combate a insônia, as convulsões e as contrações musculares bruscas, na forma de infusão. Várias espécies de maracujá, silvestres ou cultivadas, são tradicionalmente conhecidas em quase todos os países ocidentais e na Ásia. Algumas estão incluídas na Farmacopéia ou são oficialmente para o uso médico, como *Passiflora alata* Dryander no Brasil, cujo extrato das folhas é utilizado como um componente ativo de muitas preparações farmacêuticas registradas. As folhas de *P. edulis* também são muito utilizadas nas preparações farmacêuticas e como flavorizantes e na produção de suco nas indústrias (PETRY et al., 2001; LORENZI; MATOS, 2002 citado por PIRES et al., 2011).

Alguns estudos também têm demonstrado efeito ansiolítico das espécies de *Passiflora*, assim como propriedades anti-inflamatórias e indutoras de cicatrização das espécies brasileiras *P. alata* e *P. edulis*. Em alguns estudos foram encontrados também atividade antiviral e antifúngica de *P. edulis* (PIRES et al., 2011).

Além da polpa do maracujá, as cascas podem ser fontes alternativas de fibras, dessa casca do maracujá pode obter a fabricação de uma farinha por meio da secagem e moagem da parte comestível do fruto (REOLON, 2008). Segundo Ishimoto et al. (2007), é viável aproveitar a farinha da casca do maracujá como ingrediente na indústria de panificação para enriquecer a qualidade nutricional (fibras) dos produtos obtidos, pois as cascas do maracujá são constituídas basicamente por carboidratos, proteínas, fibras e pectinas.

As fibras atuam na redução da absorção de glicose nas dietas ricas em carboidratos. Assim, os produtos ricos em fibras têm merecido destaque e encorajado pesquisadores da área de alimentos à estudar novas fontes de fibras e a desenvolver produtos funcionais (OU et al., 2002).

A parte branca da casca do maracujá também é rica em pectina, niacina (vitamina B3), ferro, cálcio, e fósforo. (GOMES, 2004). Segundo Córdova et al. (2005) a niacina em humanos atua no crescimento e na produção de hormônios, e reduz o risco de problemas gastrointestinais. Os minerais atuam na prevenção da anemia (ferro), no crescimento e fortalecimento dos ossos e na formação celular (GOMES, 2004).

A utilização de farinha de casca de maracujá na dieta pode ajudar em tratamentos de diabéticos e dislipidêmicos, uma vez que possui o efeito no controle da glicemia e controle do colesterol LDL. A produção da farinha da casca do maracujá também poderia se constituir em uma complementação financeira para o pequeno produtor rural, além da conveniência do produto final, pois exige do consumidor nenhum tipo de preparo (REOLON, 2008).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção e seleção dos frutos

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizados frutos de maracujá amarelo adquiridos de um produto rural, da região de Montalvão, distrito da cidade de Presidente Prudente/SP, com coordenadas geográficas de 22° 53' 09" de latitude Sul e 48° 26' 42" longitude oeste, com altitude de 804m. O solo da área de cultivo é classificado como um Argissolo Amarelo, textura arenosa.

Os frutos foram colhidos nas primeiras horas da manhã e levados para o laboratório de Bioquímica Vegetal do Departamento de Química e Bioquímica, da Universidade Estadual Paulista - Botucatu/SP, onde foram submetidos a seleção e aos tratamentos.

4.2 Sanitização dos frutos

Após seleção e limpeza, os frutos foram separados em grupos e submetidos às sanitizações, nas quais consistiam os seguintes tratamentos: água da rede de abastecimento público por 10 minutos; água clorada (hipoclorito de sódio, 100 ppm) por 10 minutos; ácido peracético (Tsunami[®]100) durante 7 minutos e água ozonizada obtida a partir de um ozonizador (Degradatox / OZ Engenharia, Indústria de Equipamentos Geradores de Ozônio- LTDA, Porto Alegre Rio Grande do Sul, Brasil), acoplado a um tanque de 180 L de capacidade 0,5 ppm minuto⁻¹ por 10 minutos.

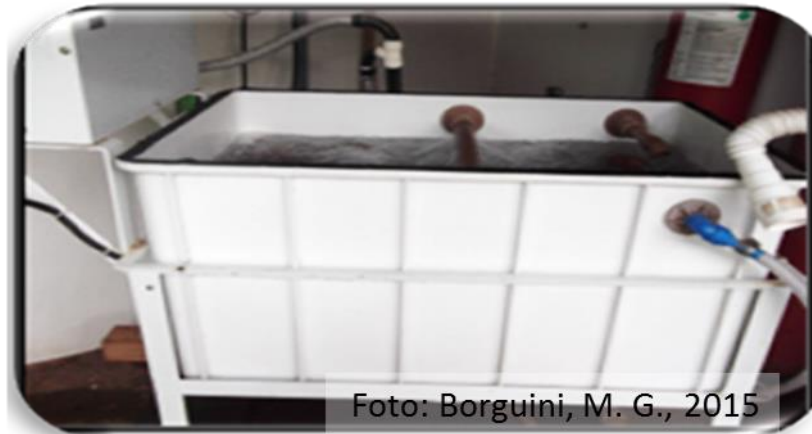
Figura 1 – Ozonizador

Foto: Borguini, M. G., 2015

Posteriormente os frutos foram armazenados em câmara fria sob temperatura de 10 ± 1 °C e $90 \pm 2\%$ UR. Sendo um grupo de 3 frutos avaliados nos intervalos após a colheita, 7, 14, 21 e 28 dias após o armazenamento refrigerado, e outro grupo de 3 frutos retirados a cada três dias (7+3, 14+3, 21+3, 28+3), isto é ficavam 7 dias em câmara fria e 3 dias mantido em temperatura ambiente, simulando as condições de comercialização.

Figura 2 – Frutos armazenados em câmara fria (Armazenamento refrigerado)

Foto: Borguini, M. G., 2015

4.3 Caracterização química do solo

As características químicas do solo foram obtidas a partir de amostras coletadas na profundidade de 0-20 cm, tiradas aleatoriamente na área de cultivo e levadas para análise no laboratório de solo da Universidade Oeste Paulista (UNOESTE), no município de Presidente Prudente/SP (Tabela 1, 2 e 3).

Tabela 1 – Resultado de análise física da amostra de solo da área experimental obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014

Profundidade	Argila Total	Silte	Argila	Classe Textural
	-----(g Kg^{-1})-----			
0-20 cm	848	63	89	Arenosa

Tabela 2 – Resultado de análise química das amostras de solo para macronutrientes e micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014

Profundidade	pH	M.O.	Al^{3+}	H + Al	SB	CTC	M	V
	mg dm^{-3}		$\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$		(%)	
0-20 cm	5,0	13,4	0	25,5	45,5	71,0	0	64,1

Fonte: Laboratório de Solos- UNOESTE-SP.

Tabela 3 – Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes e micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-20 cm, em Montalvão-SP- safra 2013/2014

Profundidade	P	SO_4^{2-}	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm^{-3} -----		---	$\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$ ---		-----	mg dm^{-3} -----			
0-20 cm	117,0	3,8	4,1	34,0	7,5	0,29	16,7	58,3	12,1	9,4

Fonte: Laboratório de Solos- UNOESTE-SP.

4.4 Preparo da Amostra

A polpa foi extraída utilizando uma peneira para separação das sementes, após adicionada em tubos falcon e armazenadas em freezer a -80°C .

Figura 3 – Retirada da polpa do maracujá



4.5 Análises Físico-químicas

4.5.1 Perda de Massa

Para a obtenção da perda de massa foi utilizada balança (Marconi BL 3200H). A porcentagem da perda de massa foi obtida a partir da equação:

$$PM (\%) = 100 - (PA \times 100/PI) \quad (1)$$

Onde, PM (%) = perda de massa (%), PI = peso inicial (g), PA = peso no dia de avaliação (g).

4.5.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado através do medidor pHmêtro digital da marca Quimis[®], calibrado com solução padrão, em seguida foi imerso o eletrodo no suco da fruta, com correção automática dos valores em função da temperatura, segundo AOAC (1995).

4.5.3 Acidez Titulável (AT)

Foi determinada de acordo com método recomendado pelo Instituto Adolfo Lutz (2005). Os resultados foram expressos em mg de ácido cítrico expresso em 100 ml da amostra.

4.5.4 Sólidos Solúveis (SS)

A quantificação dos sólidos solúveis foi realizada no suco extraído, utilizando refratômetro eletrônico (modelo Schmidt + Haensch) e os resultados foram expressos em °Brix de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.5.5 Vitamina C

A determinação do teor de ácido ascórbico foi feita por titulometria, baseando-se na redução do corante 2,6 diclorofenol-indofenol pelo ácido ascórbico (IAL, 2005). Os resultados foram expressos em mg vitC 100 ml⁻¹.

4.6 Análises de Compostos Bioativos

4.6.1 Fenólicos Totais

A análise de fenólicos totais foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico com o uso do reagente de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI Jr., 1965). Foi retirado uma alíquota de 1,5 ml de polpa de maracujá em tubos contendo acetona 50%. Em seguida, foram levados para o banho ultrassônico por 20 minutos e posteriormente centrifugados a 6.000 x g (Hettich Zentrifugen Mikro 220R) durante 10 minutos e o sobrenadante foi recolhido. O precipitado foi re-extraído e os sobrenadantes combinados. Alíquotas de 0,1 mL do sobrenadante foram transferidas para tubos de ensaio, juntamente com 0,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu e 2,5 mL de solução saturada de Na₂CO₃. Após 1 hora de reação a leitura de absorbância foi feita à 725 nm (Pharmacia Biotech Ultrospec 2000) e os resultados expressos em mg 100ml⁻¹ de polpa, em equivalente de ácido gálico.

4.6.2 Flavonoides Totais

O teor total de flavonoides foi determinado segundo metodologia descrita por Zhishen et al. (1999) e Moreno-Montoro et al. (2015). Foi retirada uma alíquota de 0,1 ml, em seguida preparadas com soluções de NaNO_2 ($0,5 \text{ g L}^{-1}$), AlCl_3 (1 g L^{-1}) e NaOH (1 mol L^{-1}). A mistura foi agitada e realizada a leitura a 510 nm de absorbância, e os resultados foram expressos em equivalentes de quercetina (mg ml^{-1}).

4.6.3 Carotenoides Totais

A determinação dos carotenoides totais foi realizada segundo o método Lichtenthaler (1987). Foi utilizado uma alíquota de 1 mL de polpa de maracujá e adicionado 5 mL de acetona 80% a 4 °C, e homogenizado por 10 segundos. Em seguida, levado a centrifugação (15 minutos, 10.000 rpm (HETTICH ZENTRIFUGEN, MIKRO 220R), 4° C). Após centrifugação, o sobrenadante foi recolhido e realizado a leitura em aparelho espectrofotométrico (PHARMACIA BIOTECH, ULTROSPEC 2000). Os resultados expressos em $\mu\text{g mL}^{-1}$ de amostra.

4.6.4 Ácido ascórbico (AA) e dehidroascórbico (ADHA)

O ácido ascórbico (AA) e dehidroascórbico (ADHA) foram determinados de acordo com o método proposto por Pertuzatti et al. (2015) com algumas adaptações. As alíquotas de 0,5 ml foram colocadas em tubo de vidro, onde se adicionou 4 mL de solução extratora composta por ácido metafosfórico e ácido acético glacial. As amostras foram homogeneizadas por 2 minutos e colocadas em banho ultrassônico gelado por 30 minutos. Em seguida as amostras foram centrifugadas por 15 minutos a 4.500 rpm a 4°C. O sobrenadante foi recolhido e o precipitado foi submetido novamente ao mesmo processo, adicionando 4mL da solução extratora, homogeneizado por 3 minutos, centrifugados e retirado o sobrenadante. Em seguida, 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 (Thermo Scientific). Foi

utilizado ácido acético 2% como fase móvel em fluxo isocrático de $0,5 \text{ mL min}^{-1}$, com 15 minutos de corrida, injeção de $20 \text{ }\mu\text{L}$, temperatura da coluna de 25°C e comprimento de onda de 248 nm para AA e 240 nm para ADHA. Os resultados foram expressos em $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ de amostra.

4.6.5 Poliaminas

As poliaminas foram extraídas de acordo com LIMA et al. (2008) e determinadas através da cromatografia de ultra performance (UPLC) com detector fotodiodo e coluna C_{18} , de acordo com o método proposto por Dadáková et al. (2009), com adaptações. Foi utilizado uma alíquota de 1 mL de polpa de maracujá e colocados em tubos plásticos, ao qual foram adicionados 3 mL de ácido perclórico, e homogeneizados por 10 segundos, em seguida colocados em banho de gelo por 30 minutos. Após este período, as amostras foram centrifugadas a $5000 \times g$ a 5°C por 10 minutos. O sobrenadante foi retirado e armazenado em recipiente plástico. Foram retirados $200 \text{ }\mu\text{L}$ do extrato e colocados junto com as mesmas quantidades de tampão carbonato, $400 \text{ }\mu\text{L}$ de cloreto de dansil (5 mg mL^{-1}) em tubos de vidros e homogeneizados por 10 segundos, em seguida foram colocados em estufa de 60° durante 1 hora. Posteriormente, foram acrescentados $100 \text{ }\mu\text{L}$ de prolina e deixados no escuro por 1 hora, sendo homogeneizados a cada 15 minutos. Foram acrescentados $1000 \text{ }\mu\text{L}$ de tolueno aos tubos e agitados por 1 min. O sobrenadante foi seco sob fluxo de nitrogênio e ressuspendido em $1,5 \text{ mL}$ de acetronitrila, grau HPLC, agitados por 1 minuto, levado ao banho ultrassônico por 2 minutos e centrifugado a $4000 \times g$ a 4°C por 5 minutos e injetados em UPLC (Thermo Scientific) com injeção de $20 \text{ }\mu\text{L}$ e temperatura da coluna de 25°C . Para a separação cromatográfica, foi utilizado acetoneitrila a 100% e acetoneitrila a 50%, modo de eluição em gradiente nas seguintes condições: 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%. O fluxo foi mantido a $0,7 \text{ mL min}^{-1}$. Os resultados foram obtidos por meio de curva de calibração e os expressos em $\text{mg.}100\text{mL}^{-1}$ de espermina, espermidina, serotonina, dopamina, tiramina, histamina, cadaverina e putrescina.

4.7 Atividade Antioxidante

4.7.1 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 $2 \times 10^{-4} \text{ g mL}^{-1}$ (10 mg de DPPH em 50 mL de etanol 99,8%). A extração foi realizada utilizando 10 mL de etanol, levado a 15 minutos no banho ultrassônico e centrifugadas a 2000 rpm por 10 minutos. Para a reação se utilizou 3,5 mL de etanol, 500 μL do extrato e 300 μL da solução de DPPH. A leitura da absorbância foi realizada a 517 nm e os resultados expressos em % DPPH reduzido.

4.7.2 FRAP

Foi utilizada a metodologia de Benzie e Strain (1996). Para a extração foram utilizados alíquotas de 300 μL de polpa de maracujá, depois foram diluídas em 3 mL de metanol 99,8% em tubo para centrífuga. As amostras foram centrifugadas a $2.000 \times g$ (Hettich Zentrifugen Mikro 220R) por 10 minutos a $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Posteriormente, adicionou-se 900 μL do reagente FRAP aquecido a $37 \text{ }^\circ\text{C}$, 30 μL dos extratos e 90 μL de água destilada. A leitura foi realizada após 10 minutos no comprimento de onda de 593 nm (subtraindo o branco). Com base na calibração com FeSO_4 , a atividade foi expressa em $\mu\text{mol Fe}$ reduzido por $\text{g Fe}^2 \text{ L}^{-1}$.

4.8 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em parcela subdividida com 4 tratamentos e 9 dias de avaliações, sendo a parcela o sanitizante e a sub parcela os dias avaliados. O teste realizado foi Scott-Knott a 5% de probabilidade através do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises Físico-químicas

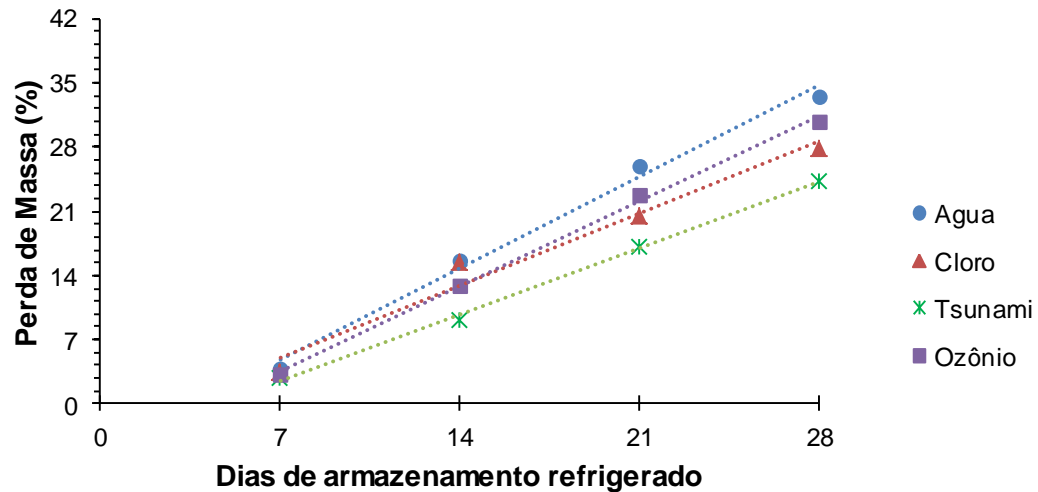
5.1.1 Perda de massa

Neste estudo, notou-se que os frutos de maracujá tratados com água foram os que apresentaram a maior perda de massa ao longo do tempo de armazenamento, seguido do tratamento ozônio e cloro (Figura 4). Nesse parâmetro avaliado, o sanitizante Tsunami foi o tratamento que proporcionou menor perda de massa dos frutos.

Durante a pós-colheita do maracujá o fenômeno de alteração mais conhecido é o enrugamento dos frutos. A perda de massa pode comprometer a aparência do produto, levando à perda de frescor, murchamento e enrugamento, quando o produto não é armazenado em condições adequadas de temperatura, umidade relativa e embalagem (ALVES et al., 2010). Tais processos depreciam a aparência visual do fruto, reduzindo seu valor comercial. Esta perda de água, relacionada com o aumento da taxa respiratória, é inerente ao processo metabólico de amadurecimento do fruto, o qual favorece o aumento das pectinas solúveis e, conseqüentemente, melhora a textura, ativa as transformações da cor, estimula a hidrólise de polissacarídeos, a perda de ácidos, taninos e outros compostos fenólicos (GONÇALVES, 2009). Porém, este processo pode ser atenuado pelo armazenamento refrigerado durante as etapas precedentes a comercialização, pois retarda estas reações e mantém o aspecto fresco dos frutos.

Segundo Rotili et al. (2013), frutos armazenados a 5°C apresentaram maior retenção de massa fresca, mantendo-se mais túrgidos e com melhores condições de comercialização. No presente trabalho, notou-se que o uso de diferentes tipos de sanitizantes influencia na perda de massa, sendo o tratamento Tsunami mais eficiente na retenção da massa fresca (Figura 4).

Figura 4 — Perda de massa de frutos de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado - Botucatu-SP, FCA-UNESP, 2018



5.1.2 pH, Sólidos Solúveis e Acidez Titulável

Os valores de pH observados, variaram de 2,62 a 3,11. Diferenças significativas verificadas somente aos 28 dias de armazenamento em ambiente refrigerado, quando tratados com Tsunami e água ozonizada, apresentando maiores valores de pH. Ao expor os frutos a simulação de comercialização observa-se diferença somente aos dias 14+3 para frutos tratados com água clorada, com decréscimo do pH (Tabela 4).

Analisando os tratamentos ao longo do tempo de armazenamento, percebe-se variações do pH, sendo os maiores valores aos 28+3 dias relativos à simulação de comercialização. O decréscimo do pH ocorre principalmente quando os frutos são retirados do ambiente refrigerado e expostos a simulação de comercialização. Provavelmente este decréscimo, está relacionado com a mudança de temperatura ambiente, causando alteração no metabolismo dos frutos.

Para análise de Sólidos Solúveis (SS), observa-se diferenças significativas para frutos armazenados em ambiente refrigerado e na simulação das condições de comércio. Sendo que, aos 14 dias de armazenamento refrigerado, os frutos de maracujá tratados com água clorada foram os que apresentaram maiores teores de SS, enquanto os demais tratamentos não diferiram entre si. Por outro lado, quando os frutos foram mantidos por mais tempo, ou seja, aos 21 dias de armazenamento, os frutos apresentaram baixo teor de SS para os sanitizantes testados, sendo

inferiores quando comparado com o controle (água de abastecimento público) (Tabela 4).

Avaliando os resultados ao longo do tempo de armazenamento, percebeu-se que o SS é estável na maior parte do tempo para frutos imersos apenas em água, apresentando decréscimo aos 21 e 28 dias em ambiente refrigerado e aos 7+3 dias em simulação de comercialização, sendo este inferior aos dos dias anteriores. Para frutos tratados com cloro, a maior concentração de SS foi observada ao final do experimento, ou seja, aos 28+3 dias em simulação de armazenamento comercial e as menores concentrações ocorreram entre os dias 21 e 14+3 dias em ambiente refrigerado e simulação de armazenamento comercial. Para frutos tratados com Tsunami e água ozonizada, as maiores concentrações também foram observadas aos 28+3 dias, e decréscimo nos 7+3 dias seguido do 7º dia, e também aos 21 dias para a água ozonizada (Tabela 4). De acordo com Azzolini (2002), o conteúdo de SS depende do estágio de maturação do fruto e, geralmente, aumenta progressivamente durante o processo de amadurecimento devido à hidrólise de polissacarídeos para manter a taxa de respiração (Cerqueira et al., 2011).

Neste estudo, verificou-se que os sanitizantes testados não interferiram na variável acidez titulável dos frutos de maracujá (Tabela 4). No entanto, após a colheita, percebeu-se um decréscimo desses ácidos orgânicos ao longo do armazenamento, tanto no armazenamento refrigerado como para a simulação de condições de comércio, quando comparado com o primeiro dia de análise (dia zero). Normalmente, os ácidos orgânicos tendem a diminuir no decorrer do armazenamento, a medida que são utilizados durante a respiração ou convertidos em açúcares. Por outro lado, podem aumentar, atingindo altos níveis no estágio pleno de amadurecimento. (ALVES et al., 2010).

Tabela 4 — pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (g ácido cítrico 100ml⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e simulação das condições de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018

	Câmara fria 10 ± 1 °C					Simulação de comercialização (25 ± 2 °C)			
	0	7	14	21	pH 28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	2,91 aA	2,62 aD	2,92 aA	2,80 aB	2,82 bB	2,77 aC	2,86 aB	2,90 aA	2,99 aA
Cloro	2,92 aB	2,93 aB	2,94 aB	2,82 aC	2,84 bC	2,85 aC	2,78 bC	2,96 aB	3,06 aA
Tsunami	2,95 aB	2,65 aD	2,93 aB	2,85 aB	2,93 aB	2,81 aC	2,89 aB	2,91 aB	3,05 aA
Ozônio	2,92 aB	2,65 aD	2,97 aB	2,84 aC	2,90 aB	2,83 aC	2,96 aB	2,99 aB	3,11 aA
CV 1 (%)	1,03								
CV 2 (%)	1,91								
	Sólidos Solúveis								
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	10,16 aA	10,46 aA	10,13 bA	10,73 aA	8,96 aB	11,13 aA	10,16 aA	9,86 aB	9,76 aB
Cloro	10,56 aA	09,76 aB	11,16 aA	09,43 bB	9,10 aB	09,80 bB	10,23 aA	9,00 aB	9,23 aB
Tsunami	10,40 aA	10,63 aA	09,83 bB	08,90 bB	9,53 aB	10,46 bA	09,86 aB	9,03 aB	9,63 aB
Ozônio	10,86 aA	09,76 aA	10,00 bA	09,63 bA	8,56 aB	10,00 bA	09,80 aA	8,93 aB	8,83 aB
CV 1 (%)	4,46								
CV 2 (%)	5,93								
	Armazenamento								
	Câmara fria 10 ± 1 °C					Simulação de comercialização (25 ± 2 °C)			
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Acidez titulável	4,0a	3,45 b	3,54 b	3,52 b	3,01 d	3,25 c	3,18 c	3,15 c	2,78 e
CV 1 (%)	7,40								
CV 2 (%)	6,44								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5.1.3 Vitamina C

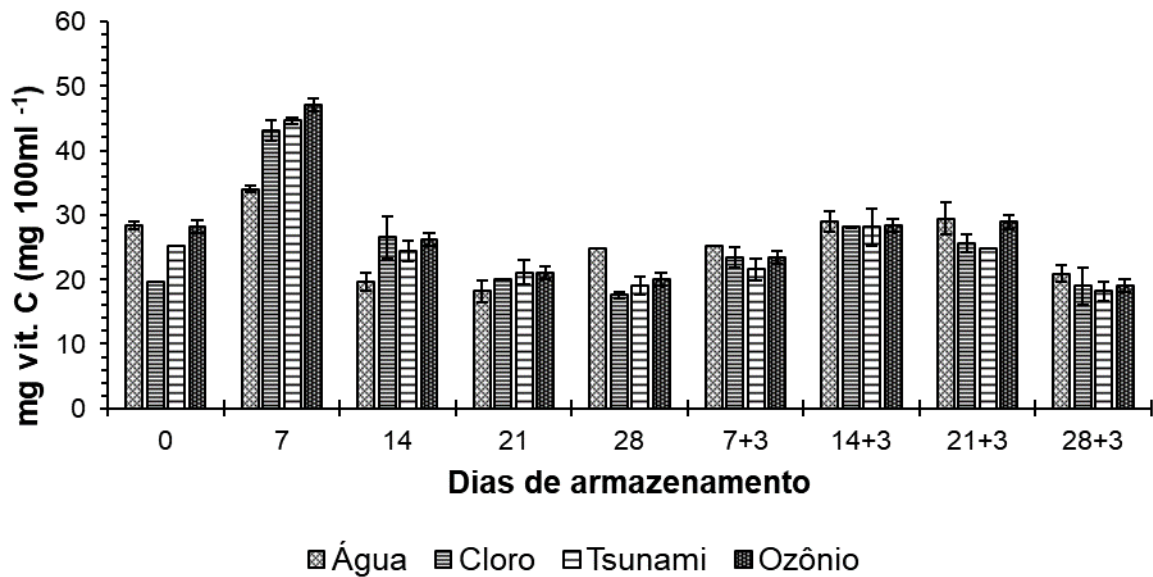
O teor de vitamina C constitui-se em importante fator para o controle de qualidade de alimentos e é usado como parâmetro de qualidade nutricional, por ser mais sensível à degradação, durante o processamento e armazenamento, em relação a outros nutrientes (VILAS BOAS et al., 2012).

Aos 7 dias de armazenamento refrigerado, os teores de vitamina C foram superiores quando comparados aos frutos tratados no primeiro dia de avaliação (tempo zero). Provavelmente devido à variabilidade do teor desses compostos nos frutos analisados. Essa variação é comum quando se trata de metabólitos secundários de plantas. Maiores valores foram observados para os frutos tratados com a água ozonizada ($47,13 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$), seguido do cloro e Tsunami respectivamente (Figura 5).

Após os 7 dias de armazenamento refrigerado, independente do tipo de sanitização a que os frutos foram submetidos, houve uma tendência de diminuição do teor de vitamina C. No entanto, quando se analisa o comportamento da vitamina C em relação aos tratamentos testados (sanitização), percebeu-se que aos 14 dias em armazenamento refrigerado, os frutos tratados com cloro e ozônio apresentaram aumento dos teores de vitamina C, enquanto que aos 21 dias os tratamentos Tsunami e ozônio foram mais eficientes. Por outro lado, aos 28 dias, os frutos que não foram submetidos a sanitização apresentaram o maior teor de vitamina C ($24,75 \text{ mg } 100^{-1}$).

Para a comercialização simulada, a água ozonizada e o cloro também proporcionaram os maiores teores de vitamina C, com o maior valor observado aos 14+3 dias, sendo que o teor se manteve para os frutos tratados com água ozonizada até os 21+3 dias com decréscimo aos 28+3 dias. Ao final da comercialização simulada foi observado comportamento semelhante aos frutos armazenados sob refrigeração, ou seja, aqueles que não foram sanitizados apresentaram maiores teores.

Figura 5 — Teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018



5.2. Análises de Compostos Bioativos

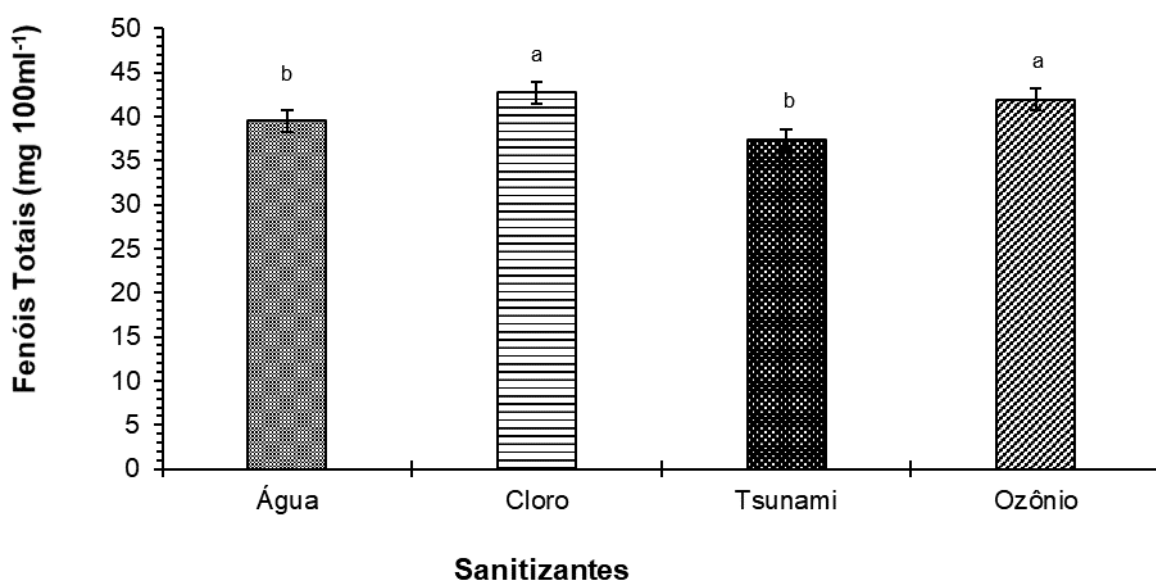
5.2.1 Fenólicos Totais

De acordo com Rotili et al. (2013) a composição substâncias fenólicas nos frutos é determinada por fatores genéticos e ambientais, podendo ser modificadas através de reações oxidativas durante o armazenamento de frutos. No presente estudo, o armazenamento não influenciou nos teores do polifenóis totais. No entanto, os teores fenólicos totais foram significativamente influenciados pelo uso dos sanitizantes cloro e ozônio, apresentando um aumento do seu conteúdo na polpa de maracujá, enquanto o uso Tsunami não diferiu do tratamento controle (água). Logo, os resultados obtidos nesta pesquisa, não apresentaram interação significativa entre os sanitizante e os dias de armazenamento (Figura 6).

O cloro é um sanitizante bastante utilizado pela indústria, produto relativamente barato em relação aos demais, com propriedades oxidantes que pode aumentar o teor de polifenóis. O ozônio é um produto mais caro, também com propriedades oxidantes, que pode induzir a formação de polifenóis como forma de proteção das células. ALOTHMAN et al. (2010) e YEOH et al. (2014) afirmaram que o conteúdo de polifenóis totais pode ser influenciado pelo uso da água ozonizada. O ozônio pode

ativar algumas enzimas, como a fenilalanina-amônia-liase (PAL) uma das principais enzimas que participam da síntese de compostos fenólicos (GONZÁLEZ-AGUILAR, ZAVALETA-GATICA, TIZNADO-HERNÁNDEZ, 2007). A exposição ao ozônio também pode causar modificações na parede celular, o que melhora a extração desses compostos (ALOTHMAN et al., 2010).

Figura 6 — Teor de fenóis totais ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018



5.2.2 Flavonoides Totais

Para análise de flavonoides totais (Tabela 5) houve interação significativa entre os sanitizantes e os dias de armazenamento. Os frutos que foram submetidos a imersão com água clorada apresentaram aumento do teor de flavonoides no primeiro dia de avaliação (dia zero).

Por outro lado, quando os frutos foram armazenados, aos 7 dias em ambiente refrigerado, observou-se diminuição destes compostos, não somente para os frutos tratados com cloro, como também para os demais tratamentos, havendo aumento. Somente para frutos imersos em água de abastecimento público, observou-se maiores valores de flavonoides totais quando comparado com os demais dias de armazenamento e simulação de comércio (Tabela 5). De acordo com Machado et al.

(2008), os flavonoides são compostos relativamente estáveis, pois resistem à oxidação, altas temperaturas e moderadas variações de acidez.

Variações também foram observadas quando estes frutos foram armazenados por mais dias. As concentrações de flavonoides diminuíram para os frutos tratados com água ozonizada aos 14 dias, porém, houve aumento aos 28 dias de armazenamento em ambiente refrigerado. Comportamento semelhante foi observado para os frutos quando expostos em simulação comercial, aos 7+3 dias, com menores valores para frutos tratados com água ozonizada. Por outro lado, quando se prolonga os dias de simulação da comercialização, os teores de flavonoides aumentaram nos dias 14+3 e 21+3, enquanto no dia 28+3 não houve diferença entre os tratamentos e o uso da água de abastecimento público (Tabela 5).

Assim como para as demais análises, avaliando de forma isolada no tempo, percebe-se variações dos teores de flavonoides para todos os tratamentos testados. Os maiores teores foram encontrados aos 7 dias para frutos imersos em água e aos 14 dias com frutos tratados com água clorada, não diferindo do dia zero. Os frutos tratados com Tsunami apresentaram maiores concentrações de flavonoides aos 14, 28 e 28+3 dias. Para o tratamento com água ozonizada os valores foram expressivos somente aos 28 dias em armazenamento refrigerado e aos 14+3 e 21+3 dias em simulação de comercialização (Tabela 5).

Tabela 5 — Teor de flavonoides totais (mg 100ml⁻¹) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018

	Câmara fria 10 ± 1 °C					Simulação de comercialização (25 ± 2 °C)			
	Flavonoides totais								
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	13,58bC	23,42aA	15,62aB	14,68aB	15,55bB	13,83aC	12,40cC	13,37bC	16,19aB
Cloro	18,36aA	15,70bB	16,64aA	14,42aB	15,00bB	14,13aB	14,81bB	8,52cC	13,79aB
Tsunami	12,09bB	11,06dB	14,34aA	12,91aB	14,75bA	12,99aB	11,50cB	13,34bB	15,49aA
Ozônio	13,33bC	8,48cD	11,89bC	16,23aB	19,25aA	10,15bD	17,40aA	17,15aA	14,80aB
CV 1 (%)	15,89								
CV 2 (%)	10,64								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5.2.3 Carotenoides Totais

Em frutos climatéricos, o processo de senescência leva a uma série de degradações oxidativas, entre elas a degradação de pigmentos. Essas são decorrentes de estímulos a atividade enzimática, que no caso de carotenoides, deve-se à atividade de lipoxigenase e peroxidase, na presença de oxigênio e outros cofatores (KLUGE et al., 2014).

Para carotenoides totais, houve interação significativa entre os dias de armazenamento e os sanitizantes utilizados como tratamentos (Tabela 6). Durante o período de avaliação, observou-se estabilidade dos carotenoides para frutos tratados em água e frutos tratados com Tsunami ao longo do armazenamento em ambiente refrigerado e simulação de comercialização. No entanto, houve uma diminuição dos teores de carotenoides para frutos tratados com cloro aos dias 14 e 21 em ambiente refrigerado e a partir do dia 14+3 em simulação de comercialização. Os frutos tratados com ozônio também apresentaram variações deste composto, as menores concentrações de carotenoides foram observadas nos dias 14, 7+3 e 28+3.

Avaliando de forma isolada nos dias de armazenamento, percebe-se que aos 14 dias o sanitizante Tsunami foi o que proporcionou maiores teores de carotenoides em frutos de maracujá. O mesmo efeito foi observado nos dias 21 e 21+3, no entanto, este não diferindo do cloro. Para tanto, os demais dias, não houve diferença entre os tratamentos testados.

Tabela 6 — Carotenoides totais ($\mu\text{g mL}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018

	Câmara fria $10 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$					Simulação de comercialização ($25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$)			
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	6,90aA	6,55aA	6,17bA	6,72bA	5,94bA	5,75aA	6,34aA	5,35bA	7,71aA
Cloro	9,30aA	7,98aA	6,73bB	4,56bB	8,49aA	8,19aA	5,80aB	6,05bB	6,21aB
Tsunami	7,97aA	6,87aA	9,16aA	8,44aA	9,29aA	7,07aA	6,47aA	8,91aA	7,89aA
Ozônio	8,41aA	9,01aA	5,37bB	9,09aA	9,05aA	7,26aB	8,11aA	9,19aA	7,38aB
CV 1 (%)						10,96			
CV 2 (%)						17,86			

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5.2.4 Ácido Ascórbico e Dehidroascórbico

Diferenças significativas foram observadas para os tratamentos testados, ocorrendo interação entre dias de armazenamento e sanitizantes (Figura 7). As maiores concentrações de ácido ascórbico ($15,23 \text{ mg } 100\text{ml}^{-1}$) foram observadas para frutos tratados com água clorada armazenados por 7 dias sob refrigeração. Por outro lado, para os demais dias de armazenamento, observou-se um decréscimo deste composto, comparados também ao dia zero. Quando se retira estes frutos do armazenamento refrigerado e expõem-se a simulação de comércio, percebeu-se incremento do constituinte, somente no dia 7+3, não diferindo do primeiro dia de avaliação. Esse aumento pode estar relacionado à desidratação do fruto e, conseqüentemente, maior teor do ácido ascórbico, uma vez que os resultados foram expressos em base úmida.

O conteúdo de ácido ascórbico em frutos sofre forte influência do metabolismo (maturação e senescência) e de outros fatores de estresses pós-colheita. A manutenção dos níveis de ácido ascórbico em tecidos vegetais é rigidamente controlada por níveis de síntese, degradação, reciclagem e transporte dentro da célula. Devido ao papel antioxidante do ácido ascórbico, a via de reciclagem no fruto é especialmente importante durante a resposta do órgão a estresses oxidativos, quando o ácido ascórbico reduzido é oxidado para sua forma instável de ácido deidroascórbico, que pode ser facilmente degradado (Rotili et al., 2013).

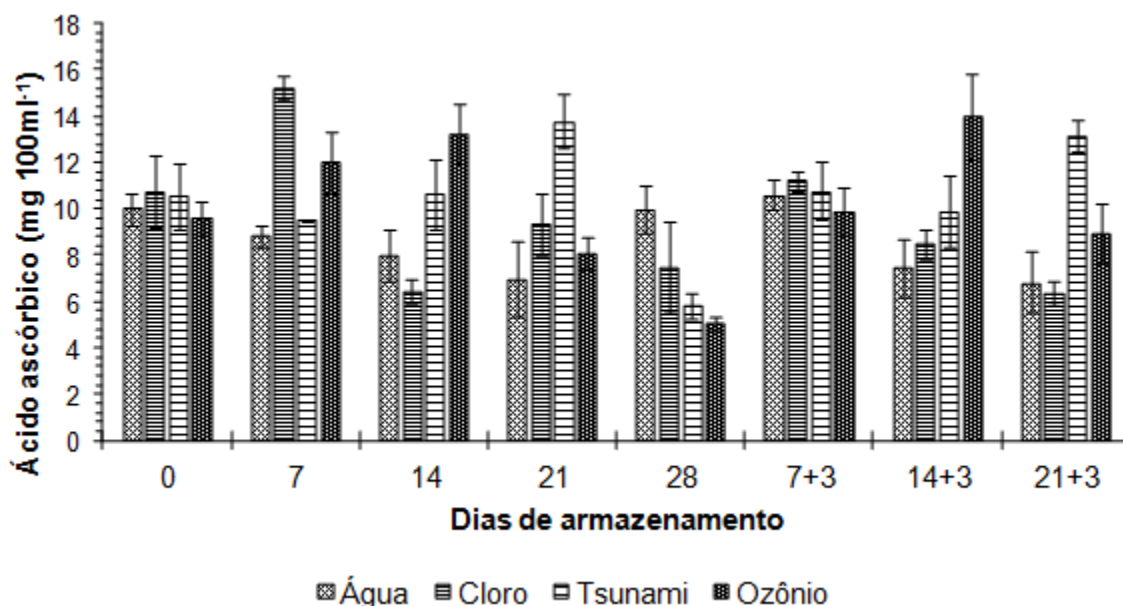
Para os frutos tratados com Tsunami, observou-se pequenas alterações do teor de ácido ascórbico, sendo que ocorreu um incremento deste composto em frutos mantidos armazenados 21 dias em ambiente refrigerado e 21+3 dias em simulação de comercialização, sendo estes valores superiores ao do dia zero (Figura 7).

No caso dos frutos tratados com ozônio, observou-se diminuição do teor desse composto somente nos dias 21, 28 e 21+3 de armazenamento, sendo que os demais dias apresentaram valores superiores quando comparado com o dia zero (Figura 7). Segundo Jacques et al. (2015) a instabilidade do ácido ascórbico tem sido utilizada como indicador da qualidade nutricional de frutas e hortaliças. Estes mesmos autores realizaram estudo com sanitizantes a base de cloro e ozônio e a sua eficiência sobre a amora-preta, relataram que o sanitizante ozônio não promoveu alteração do conteúdo de vitamina C. Todavia, os resultados encontrados neste experimento foram diferentes dos relatados por Jacques et al. (2015),

mostrando alterações no teor do ácido ascórbico.

Analisando os sanitizantes de forma isolada, observou-se a influência destes na degradação do ácido ascórbico. No primeiro dia de avaliação, logo após imersão dos frutos, o cloro promoveu a alteração do composto estudado. Como citado anteriormente, após 7 dias de armazenamento, os frutos tratados com cloro foram os que apresentaram maiores concentrações de ácido ascórbico (AA), seguido do tratamento com ozônio.

Figura 7 — Teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018



Aos 14 dias de avaliação, o melhor tratamento foi para frutos tratados com água ozonizada, seguido do Tsunami. No entanto, este último sanitizante, manteve maiores concentrações de AA em frutos armazenados aos 21 dias em ambiente refrigerado aos 21+3 em simulação de armazenamento. Aos 14+3 dias de armazenamento, observou-se que o ozônio foi o que promoveu maiores retenção de AA nos frutos de maracujá, como mostra a Figura 7.

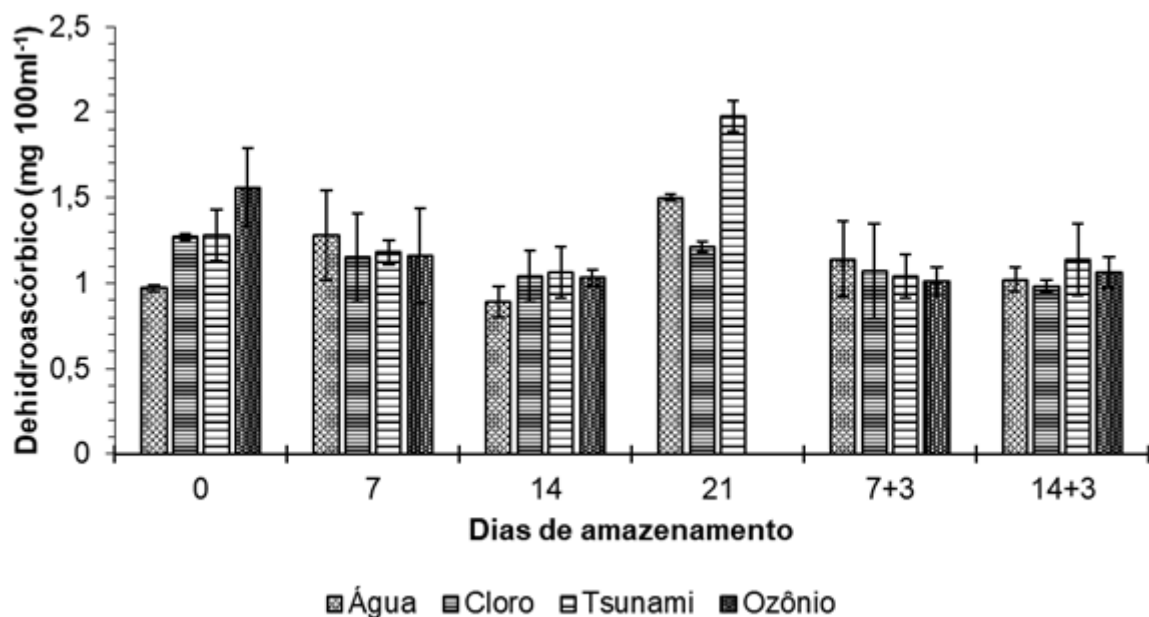
A atividade biológica da vitamina C se perde quando o ácido dehidroascórbico se transforma pela compressão irreversível do anel lactônico em ácido 2,3-dicetogulônico. Em condições aeróbicas, o ácido ascórbico é transformado em ácido dehidroascórbico que passa a ácido 2,3 dicetogulônico produzindo, finalmente, hidroxifurfural (SUCUPIRA; XEREZ; SOUZA, 2012).

Para os teores de ácido dehidroascórbico, observou-se diminuição deste composto em frutos de maracujá ao longo do tempo de armazenamento, para todos os tratamentos testados, quando comparado ao dia zero, exceto para frutos mantido em ambiente refrigerado por 21 dias, quando houve uma tendência de aumento nos teores para o sanitizante Tsunami (Figura 8).

No primeiro dia de avaliação, observou-se influência dos sanitizantes sobre os teores de dehidroascórbico, ocorrendo aumento destes, quando comparado com a testemunha, sendo o que o dehidroascórbico foi maior em frutos tratados com água ozonizada. No entanto, após armazenamento ocorreu uma expressiva queda, não sendo possível detectar o composto aos 21 dias de armazenamento (Figura 8). No entanto, quando os frutos foram expostos às condições de comercialização, observou-se novamente a presença do dehidroascórbico nos frutos, na mesma proporção aos frutos mantidos aos 14 dias em ambiente refrigerado.

Quando estes frutos foram expostos a simulação de comercialização, observou-se que os teores de dehidroascórbico mantiveram-se similar aos dos frutos armazenados aos por 14 dias, não diferindo entre os tratamentos, mantendo constantes até o dia 14+3, contudo, não havendo teor detectável para o dia 21+3 (Figura 8).

Figura 8 — Teor de dehidroascórbico ($\text{mg } 100\text{ml}^{-1}$) em polpa de maracujá nos diferentes tratamentos de sanitização em armazenamento refrigerado e simulação de comercialização - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018



5.2.5 Poliaminas

As poliaminas putrescina, espermidina e espermina, além da tiramina (Tabela 7) não foram detectadas no dia da colheita, assim como após 7 dias de armazenamento em câmara fria. Putrescina, espermidina e tiramina também não foram detectadas aos 14 dias, exceto nos frutos tratados com água ozonizada. Frutos de maracujá sanitizados com água ozonizada apresentaram os maiores teores de putrescina aos 21 dias de armazenamento em câmara fria, enquanto que aos 28 dias não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos.

Durante o período de simulação de comercialização, não foi detectada putrescina aos 7 + 3 dias em maracujás tratados com Tsunami ou água ozonizada. Por outro lado, esses frutos aos 14 + 3 dias, mostraram os maiores teores dessa diamina, não diferindo dos frutos sanitizados com cloro. Aos 21 dias de câmara fria e aos 21 + 3 dias em temperatura ambiente, os menores teores aparecem em maracujás sanitizados com Tsunami seguido do ozônio. No último período de simulação de comércio (28+3) os frutos sanitizados com cloro ou Tsunami mostraram os mais baixos conteúdos de putrescina. Em câmara fria, os maracujás apresentaram aumento de putrescina com o armazenamento, mantendo altos os níveis dessa amina quando levados para a temperatura ambiente, durante a simulação de comercialização.

Os níveis de espermidina não variaram em função do sanitizante aos 21 e 28 dias de armazenamento em câmara fria. Após a transferência para a temperatura ambiente, não haviam níveis detectáveis de espermidina e espermina aos 7 + 3 dias. Aos 14 + 3 dias, não houve variações significativas entre os tratamentos de sanitização (Tabela 7). Tanto em frutos sanitizados com água ozonizada, quanto com Tsunami, ocorreram variações nos níveis dessa amina aos 21 + 3 dias e aos 28 + 3 dias. Nota-se que com o tempo de armazenamento, há aumento do conteúdo de espermidina, tanto em câmara fria, como durante o período de comercialização.

Aos 14 dias, os frutos sanitizados com água e com cloro apresentaram traços de espermina. No entanto, aqueles tratados com água ozonizada apresentaram os maiores teores aos 14 dias, porém, aos 21 dias em câmara fria, não foi possível a detecção. Aos 21 dias de armazenamento todos os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas. Por outro lado, aos 28 dias em câmara fria, frutos sanitizados apenas com água mostraram os maiores conteúdos dessas

tetraminas. Esse resultado se repete quando os frutos foram levados para temperatura ambiente, para simular a comercialização (Tabela 7).

Espermidina e espermina ocorrem em todas as plantas e são derivadas da putrescina, pela ação de espermidina sintase e espermina sintase. Para a produção da tri- e tetraamina, S-adenosil-L-metionina (SAM) é descarboxilado pela SAM descarboxilase para produzir espermidina e espermina (MINOIS et al., 2011). Assim, maiores teores dessas aminas (put, spd e spm) são esperados em todas as células. A presença dessas aminas é interessante, pois apresentam diversas funções, como divisão celular, crescimento, organogênese, entre outras e a ação antioxidante tem sido descrita. Alguns estudos demonstraram a diminuição das espécies reativas de oxigênio (ROS) em função dessas poliaminas. De acordo com Papadakis e Roubelakis-Angelakis (2005), células de *Vitis vinífera* e *Nicotiana tabacum* tratadas com putrescina, espermidina e espermina apresentaram redução do acúmulo de O_2^- e esse efeito foi correlacionado com o número de aminogrupos (Spm > Spd > Put). Dessa forma, a vida pós-colheita observada neste experimento e a qualidade da polpa pode ser atribuída aos níveis de espermidina e espermina encontrados, os quais somados, representam os maiores teores, comparados com as demais aminas analisadas. Provavelmente, no maracujá amarelo, que apresenta vida útil aproximada entre 21 a 24 dias (MOTA et al., 2003), a presença dessas aminas pode estar correlacionada com a longevidade observada durante o tempo de armazenamento.

Maracujás recém-colhidos e sanitizados com água ozonizada apresentaram maiores teores de dopamina (Tabela 7). Durante o período que esses frutos ficaram em câmara fria, não ocorreram variações significativas entre os tratamentos sanitizantes, exceto aos 21 dias, quando somente os frutos sanitizados com água apresentaram teores detectáveis de dopamina. Traços de dopamina também foram observados nos frutos aos 14 +3 dias e 28 + 3 dias, independente do sanitizante utilizado. Aos 21 + 3 dias, a dopamina foi detectada apenas nos frutos sanitizados com água ozonizada. Nota-se que houve diminuição nos níveis dessa amina biogênica com o armazenamento refrigerado e durante o período de comercialização simulada. Outros estudos não descreveram presença de dopamina em maracujá. No estudo de Santiago-Silva et al. (2011), a ausência de dopamina pode ser em função da época de colheita, pois os autores adquiriram frutos em mercados, os quais possivelmente, estavam maduros, no ponto de consumo.

No presente estudo, frutos recém colhidos ou em estágio mais jovem, apresentaram maiores teores de dopamina. Outras pesquisas demonstram que em bananas houve uma diminuição no conteúdo com o amadurecimento (MANEENUAM et al., 2007). Essa amina biogênica, de acordo com Martinez e Whitaker (1995), foi descrita como sendo o principal precursor da formação de pigmentos escuros. Entretanto, no presente estudo, não foi observado escurecimento do suco, o que pode ser atribuído a presença de compostos antioxidantes, como polifenóis, vitamina C e outras poliaminas como espermidina e espermina.

A histamina não foi detectada em maracujás recém colhidos e sanitizados com cloro ou Tsunami e o maior teor dessa amina ocorreu nos frutos tratados com água (Tabela 7). Maracujás lavados apenas com água não mostraram aumento de histamina durante o tempo e notou-se diminuição aos 28 dias. Não foi possível detectar histamina nos frutos sanitizados com cloro aos 28 dias de armazenamento. Há uma tendência de aumento do conteúdo dessa amina biogênica no período de simulação de comércio, aos 7 +3 e aos 14 +3 dias. O maior teor de histamina aos 21 + 3 dias, ocorreu nos frutos sanitizados com cloro, enquanto que nesses frutos, aos 28 + 3, essa amina não ocorreu em níveis detectáveis. Após 14 dias em câmara fria, somente os frutos sanitizados com água ozonizada mostraram teores de tiramina, semelhante aos que ocorreram para putrescina e espermidina. Por outro lado, quando esses frutos foram levados para temperatura ambiente, para simulação de comércio, todos os frutos apresentaram conteúdos detectáveis de tiramina, sem diferença significativa entre os tratamentos. Tanto aos 21 dias em câmara fria, como aos 28 dias, não houve variação significativa entre os tratamentos. Frutos tratados com Tsunami e com água ozonizada mostraram diminuição no conteúdo dessa amina biogênica no período de comercialização, com exceção daqueles analisados aos 28 + 3 dias.

Tanto a tiramina, como histamina são aminas biogênicas, geralmente relacionadas com baixa qualidade em frutos e outros alimentos. Preti et al. (2016) descreveram conteúdos variados de tiramina e histamina em diversos sucos concentrados de frutos tropicais. Os autores verificaram valores de tiramina em torno de 0,67 mg L⁻¹ em suco de maçã, 0,87 mg L⁻¹ em suco de abacaxi e 1,0 mg L⁻¹ em suco de grapefruit e de histamina, 2,44 mg L⁻¹ em suco de abacaxi, 0,31 mg L⁻¹ em suco de grapefruit e 0,46 mg L⁻¹ em suco de laranja. No presente estudo, no suco do maracujá amarelo, os níveis de tiramina variaram entre 3,95 a 11,90 mg L⁻¹ e os

níveis de histamina variaram entre 0,17 e 1,62 mg L⁻¹. Entretanto, vale lembrar que geralmente, para o consumo, é usado apenas uma parte do suco extraído do fruto (concentrado) e para se fazer um litro de suco, é necessário aproximadamente 150 mL de suco de maracujá. Assim, o consumo de 1 L, equivaleria a ingestão de 0,59 a 1,78 mg L⁻¹ de tiramina e 0,03 e 0,24 mg L⁻¹ de histamina. Os níveis encontrados estão abaixo do prescrito como sendo tóxico para tiramina (100 – 800 mg kg⁻¹) e histamina (50 – 100 mg kg⁻¹) (NOUT, 1994) em alimentos fermentados, um dos mais ricos em aminas biogênicas.

Há uma nítida tendência de aumento das poliaminas totais analisadas com o tempo de armazenamento, seja em câmara fria, ou durante o período de comercialização simulada. Nota-se que frutos submetidos a tratamento com água ozonizada tendem a apresentar os maiores teores aos 14 dias de armazenamento em câmara fria, enquanto que, os demais frutos só mostraram esse aumento quando são transferidos para temperatura ambiente, simulando o período de comercialização. A poliamina mais abundante foi espermidina, seguida por putrescina. Deve-se levar em conta os níveis de tiramina encontrados nos frutos armazenados por 21 dias em câmara fria e após 14 + 3 dias do período de comercialização. Essa amina biogênica, juntamente com a histamina, pode causar problemas de saúde, tais como dor de cabeça, inflamação, irritação, hipertensão e hipotensão (ANCÍN-AZPOLICUETA et al., 2008).

Tabela 7 — Teor de poliaminas (mg L⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018

(Continua)

Câmara fria (10 ± 1 °C)					Período de comercialização (24 ± 2 °C)				
					Putrescina				
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	tr	Tr	tr	17,11 bA	17,83 aA	2,9 aC	13,48 bB	17,42 aA	19,08 aA
Cloro	tr	Tr	tr	15,34 bB	18,56 aA	5,4 aC	16,08 aB	20,50 aA	16,07 bB
Tsunami	tr	Tr	tr	13,63 bB	16,35 aA	tr	16,68 aA	11,71 cB	16,15 bA
Ozonio	tr	Tr	15,30 aB*	20,65 aA	17,74 aA	tr	17,98 aA	15,15 bB	20,17 aA
CV 1 (%)					27,51				
CV 2 (%)					18,98				
					Espermidina				
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	tr	Tr	tr	24,01 aC	23,53 aC	tr	23,95 aC	29,02 aB	21,51 bC
Cloro	tr	Tr	tr	19,69 aB	26,20 aA	tr	19,78 aB	31,78 aA	18,60 bB
Tsunami	tr	Tr	tr	23,87 aA	28,28 aA	tr	24,86 aA	12,79 bB	26,60 aA
Ozonio	tr	Tr	16,32 aB	28,09 aA	28,10 aA	tr	24,73 aA	16,84 bB	28,74 aA
CV 1 (%)					26,84				
CV 2 (%)					25,47				
					Espermina				
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	tr	Tr	tr	7,14 aB	10,00 aA	tr	5,76 aB	3,83 bC	9,70 aA
Cloro	tr	Tr	tr	7,81 aA	7,47 bA	tr	6,32 aA	2,56 bB	6,36 bA
Tsunami	tr	Tr	4,02 bC	8,64 aA	5,35 cC	tr	6,99 aB	6,41 aB	5,53 bC
Ozonio	tr	Tr	6,37 aA	tr	5,19 cA	tr	7,09 aA	7,28 aA	6,02 bA
CV 1 (%)					17,35				
CV 2 (%)					23,91				

Tabela 7 — Teor de poliaminas (mg L⁻¹) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018

(Conclusão)

Dopamina									
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	0,07 cB	1,00 aA	1,14 aA	0,11 aB	0,28 aB	0,91 aA	tr	tr	tr
Cloro	2,20 bA	0,91 aC	0,66 aC	tr	0,25 aD	1,43 aB	tr	tr	tr
Tsunami	2,31 bA	1,01 aB	0,92 aB	tr	0,12 aC	1,04 aB	tr	tr	tr
Ozonio	4,12 aA	0,93 aA	tr	tr	0,15 aC	1,11 aB	tr	0,09 aC	tr
CV 1 (%)	51,94								
CV 2 (%)	50,5								
Histamina									
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	0,78 aB	0,73 bB	0,76 aB	0,89 aB	0,35 aC	1,62 aA	0,44 bC	0,87 bB	0,33 aC
Cloro	tr	0,40 cD	0,40 bD	0,99 aC	tr	1,23 bB	0,75 aC	1,52 aA	tr
Tsunami	tr	0,40 cB	0,33 bB	0,89 bB	0,44 bB	0,85 cA	0,71 aA	tr	0,43 aB
Ozonio	0,17 bD	1,43 aA	0,19 bD	0,19 bD	0,38 bC	0,92 cB	0,76 aB	tr	0,34 aC
CV 1 (%)	11,91								
CV 2 (%)	28,13								
Tiramina									
	0	7	14	21	28	7+3	14+3	21+3	28+3
Água	nd	Nd	nd	8,98 aC	8,82 aC	nd	8,96 aC	10,90 aB	8,05 bC
Cloro	nd	Nd	nd	7,37 aB	9,81 aA	nd	7,40 aB	11,90 aA	6,96 bB
Tsunami	nd	Nd	nd	8,94 aA	10,59 aA	nd	9,31 aA	4,79 bB	9,96 aA
Ozonio	nd	Nd	6,11 aB	9,33 aA	10,52 aA	nd	9,26 aA	3,95 bB	10,76 aA
CV 1 (%)	22,11								
CV 2 (%)	23,8								

Médias seguidas da mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade

TR: Traços do composto

ND: Não detectável

5.3 Atividade antioxidante (DPPH e FRAP)

Houve interação significativa entre os sanitizantes e o período de armazenamento dos maracujás na atividade antioxidante *in vitro* analisada pelos métodos do DPPH e FRAP (Figuras 9A e 9B).

De modo geral, a capacidade da polpa em sequestrar o radical pelo método DPPH aumentou durante o armazenamento (Figura 9A) sendo as maiores porcentagens para frutos tratado com água ozonizada aos 7 dias e água clorada aos 28 dias de armazenamento. A atividade antioxidante em vegetais é devida a ação de uma grande variedade de compostos antioxidantes, que são degradados ou sintetizados de acordo com o estado fisiológico e com os níveis de estresses abióticos e bióticos sofridos pelo órgão durante o armazenamento (Rotili et al., 2013).

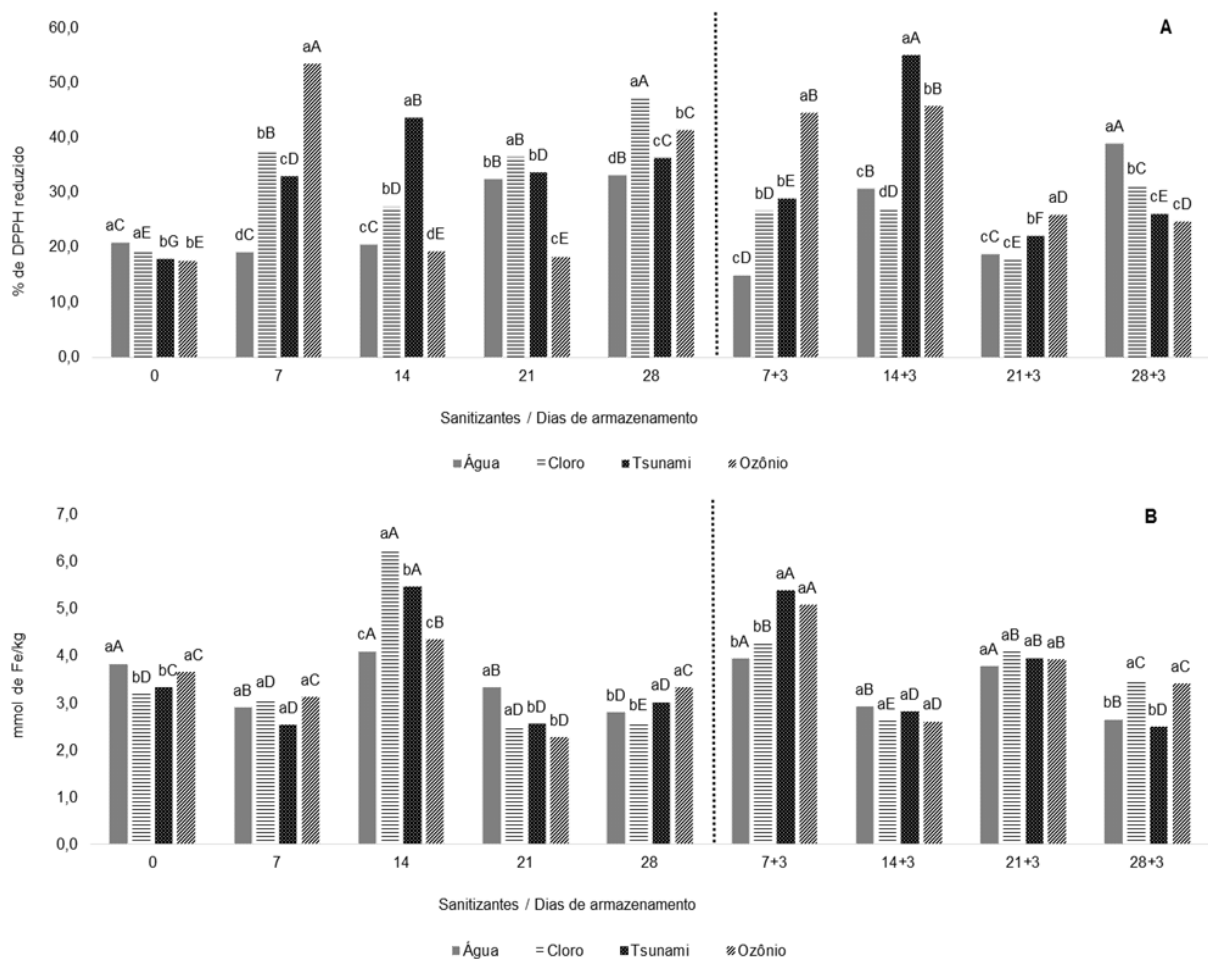
Analisando de forma isolada, observou-se maior porcentagem de sequestro do DPPH em frutos tratados com água ozonizada seguido da água clorada no 7º dia de armazenamento em ambiente refrigerado. Enquanto que, aos 14 dias de armazenamento as maiores porcentagens foram para frutos tratados com Tsunami (54,86 %), e para frutos armazenados nos dias 21 e 28 (47,03 % DPPH reduzido), a maior atividade antioxidante foi observada para os frutos tratados com água clorada (Figura 9A). Quando estes frutos foram retirados do ambiente refrigerado e mantidos em simulação de comercialização, assim como em ambiente refrigerado, os frutos tratados com água ozonizada e Tsunami aos 7+3 e 14+3 dias (53,39%), respectivamente, foram os que apresentaram maiores valores de atividade antioxidante. Embora as concentrações sejam menores em relação aos dias anteriores, os frutos tratados com ozônio e água de abastecimento público (38,88 % DPPH reduzido), foram os que apresentaram maiores valores.

Quando utilizado o método do FRAP, foi observada maior atividade antioxidante das polpas de maracujá aos 14 dias de armazenamento em câmara fria quando a sanitização dos frutos foi realizada com água (4,09 mmol de FeL^{-1}), cloro (6,24 mmol de FeL^{-1}) e Tsunami (5,47 mmol de Fe L^{-1}). A sanitização com ozônio proporcionou maior atividade antioxidante (5,08 mmol) nas polpas de maracujá aos 7 dias de câmara fria acrescidos de 3 dias de simulação de comercialização.

Observou-se decréscimo da atividade antioxidante dos frutos de maracujá comparado com o dia zero para todos os tratamentos testados, com exceção para

frutos armazenados aos 14 dias em ambiente refrigerado e aos dias 7+3 e 21+3 em simulação de comercialização (Figura 9B). Para estes frutos que apresentaram maiores valores de atividade antioxidante pelo método FRAP, percebe-se as maiores influências da água clorada e Tsunami, não diferindo entre si, quando armazenados aos 7 dias em ambiente refrigerado. Tsunami e água ozonizada foram os sanitizantes que apresentaram maiores induções na atividade antioxidante aos dias 7+3 de armazenamento. O mesmo foi observado para o dia 21+3, uma vez que os sanitizantes testados apresentaram maiores valores em relação ao controle (água de abastecimento público), porém não diferindo entre si.

Figura 9 — Atividade antioxidante pelo método de DPPH reduzido (A) e Frap (mmol de Fe L⁻¹) (B) em polpa de maracujá sob diferentes tipos de sanitizantes em armazenamento refrigerado e comercialização simulada - Botucatu-SP, FCA UNESP, 2018



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os frutos de maracujá tratados com água de abastecimento apresentaram a maior perda de massa ao longo do armazenamento. O tratamento com ácido peracético (Tsunami) proporcionou menor perda de água nos frutos e maior teor de carotenóides.

Os maiores valores de pH foram observados aos 28 dias em ambiente refrigerado e em frutos sanitizados com água ozonizada e Tsunami.

Os maiores teores de sólidos solúveis ocorreram em frutos sanitizados com cloro aos 14 dias de armazenamento refrigerado.

Não ocorreram variações nos níveis de acidez titulável em função dos tratamentos.

Uso da água ozonizada induziu aumentos de vitamina C, ácido ascórbico e dehidroascórbico.

Maracujá sanitizado com água ozonizada e cloro apresentaram alteração no teor de fenóis totais.

Os níveis de poliaminas foram maiores após tratamento com água ozonizada e as aminas mais abundantes foram espermidina e putrescina.

A maior atividade antioxidante medida via DPPH ocorreu em frutos tratados com água ozonizada. Frutos sanitizados com cloro e Tsunami apresentaram maior atividade antioxidante medida via FRAP.

7 CONCLUSÕES

Os sanitizantes influenciaram nos teores de compostos bioativos ao longo do tempo de armazenamento refrigerado e em simulação de comercialização.

A água ozonizada induziu o aumento dos teores de vitamina C, ácido ascórbico e dehidroascórbico, DPPH, poliaminas. O uso do sanitizante Tsunami influenciou os teores de carotenoides, pH, perda de massa e atividade antioxidante (Frap). Para que haja uma sanitização mais eficaz e obtenção de frutos com maiores teores de compostos bioativos, recomenda-se o uso do tratamento com água ozonizada e que sejam consumidos até os 21 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry international**. 18th ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. 1015 p.
- ANCÍN-AZPILICUETA, C., GONZÁLEZ-MARCO, A., & JIMÉNEZ-MORENO, N. (2008). Current knowledge about the presence of amines in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48, 257–275
- BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D.; PASSOS, I.R. da S. [Online]. Espécies de maracujá: Caracterização e conservação da biodiversidade. In FALEIRO, F. G. JUNQUEIRA, N. T. V. BRAGA, M. F. (eds). *Maracujá Germoplasma e melhoramento genético*. **Embrapa Cerrados**. 2005; p. 559-586. Disponível em: http://www.cpac.embrapa.br/ivrtpm/homepage/capitulos/cap_22.pdf
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.*, v. 28, p. 25-30, 1995.
- BELLON, G. **Variabilidade genética de acessos de maracujazeiro doce caracterizada por marcadores RAPD e avaliação da resistência à bacteriose e à virose do endurecimento dos frutos**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008. 101p. Dissertação de Mestrado.
- BRAZILIANFRUIT – Programa de promoção das exportações de frutas brasileiras e derivados. Perfil das Exportações. Disponível em: www.brazilianfruit.org.br
- CENCI, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.). *Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar*. 1a ed. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2006, v., p. 3.
- CEPLAC - Comissão Executiva de Planejamento da Lavoura Cacaueira. **Maracujá**. Disponível em < <http://www.ceplac.gov.br/radar/maracuja.htm> >
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio. **Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão (FAEPE)**, ESAL, 1990.
- CHITARRA, M.I.F. **Colheita e qualidade pós-colheita de frutos**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte - MG, v. 17, n. 179. p. 8-18, 1994.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. p.735.
- CORDOVA, K. R. V.; GAMA, T. M. M. T. B.; WINTER, C. M. G.; KASKANTZIS NETO, G.; FREITAS, R. J. S. Características físico-químicas da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. **Boletim do CEPPA. Curitiba**, v. 23, n. 2, p. 221-230, jan./jun. 2005

COSTA, A.F.S. da; COSTA, A.N. da. Pólo de Maracujá no Estado do Espírito Santo: Importância sócio-econômica e potencialidades. In: COSTA, A.F.S. da; COSTA, A.N. da. **Tecnologia para produção de maracujá**. Vitória – ES, INCAPER, p. 13-20, 2005.

COSTA, A. M. e TUPINAMBÁ, D.D. [Online]. O maracujá e suas propriedades medicinais: o estado da arte. In Faleiro, F.G. Junqueira, N.T.V. Braga, M.F. (eds). Maracujá Germoplasma e melhoramento genético. **Embrapa Cerrados**; 2005. P475-506. Disponível em: http://www.cpac.embrapa.br/ivrtpm/homepage/capitulos/cap_20.pdf

COSTA, J. R. M. et al. Caracterização dos frutos de maracujá amarelo irrigados com água salina. **Rev. Bras. Agríc. Ambiental**, v.5, n.1, p. 143-146, 2001

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A. & SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350–356, 1956.

FALEIRO, G.F.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. Codex Committee on fresh fruits and vegetables. Mexico City: **Comission del Codex Alimentarius**, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/codex/ccffv16/ff16_11e.pdf>. Acesso em: 02. Set. 2012.

FRASER, P. D., & BRAMLEY, P. M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. **Progress in Lipid Research**, 43, 228 e 265

FERNANDES, M.S. Perspectiva de mercado da fruta brasileira. In: **XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura**, 2006, Cabo Frio. Anais... Cabo Frio, RJ, p. 4-12, 2006.

GONÇALVES, E. C. B. A. **Análise de alimentos: uma visão clínica da nutrição**. São Paulo: Livraria Varela, 2009. p.274.

GROPPER, S. S., SMITH, J. L., & GROFF, J. L. (2005). Advanced nutrition and human metabolism (4th ed.). **Belmont: Thomson Wadsworth**

IAL. Instituto Adolfo Lutz. Ed. Brasília: Editora Anvisa, 2005. p. 672-673.
Iris F. F. Benzie and J. J. Strain. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. **Analytical Biochemistry** 239, 70-76 (1996).

IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2016. Consultado em 22/09/2017.

ISHIMOTO, F.; HARADA, A.; BRANCO, I.; CONCEIÇÃO, V.; COUTINHO, M. **Aproveitamento alternativo da casca do maracujá- amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos**. Revista Ciências Exatas e Naturais, vol. 9, n. 2, 2007.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; BRON, I.U.; KLUNGE, R.A. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: KOBLITZ, M.G. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. cap. 6, p. 154-189, 2008.

JUNQUEIRA, N.T.V.; PEIXOTO, J.R.; BRANCHER, A.; JUNQUEIRA, K.P.; FIALHO, J. F. **Melhoramento genético do maracujá-doce**. In: MANICA, I. et al. (Ed.). **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2005. P 39-46

KCHAOU, W., ABBES, F., ATTIA, H., & BESBES, S. (2014). Vitro antioxidant activities of three selected dates from Tunisia (Phoenix dactylifera L.). **Journal of Chemistry**, 2014, 1 e 8.

Lee, M-H, Lin, C-C. *Food Chemistry*, 105: 223–228, 2007. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)**

Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/>

LIN, D.; ZHAO, Y. Innovations in the development of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. V.6, p.60-75, 2007.

MELETTI, L. M. M. MAIA, M. L.. Maracujá: produção e comercialização. 1. ed. Campinas, SP: **Instituto Agrônômico**, 1999. 64 p.

MELO, E.DEA MACIEL, M.I.S., LIMA, V.L.A. et al. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 26:. 639-644, 2006.

NOUT, M. J. R. (1994). Fermented foods and food safety. **Food Research International**, 27, 291–296.

OLIVEIRA, J.C e RUGGIEIRO, C [Online] Espécies de Maracujá com potencial agrônômico. In Faleiro, F. G. Junqueira, N.T.V. Braga, M.F. (eds). Maracujá Germoplasma e melhoramento genético. **Embrapa Cerrados**, 2005 p.141-158 Disponível em: http://www.cpac.embrapa.br/ivrtpm/homepage/capitulo/cap_6.pdf

OU, S.; KWOK, K.C.; LI, Y.; FU, L. “In vitro” study of possible role of dietary fibre in lowering postprandial serum glucose. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.49, p. 1026-1029, 2001

PAULA, M da S. 2006. **Diversidade Genética e reação de Passiflora spp a Meloidogyneicognita e a Meloidogynejavanica**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 110p

PETRY et al. Comparative pharmacological study of hidroetanol extracts of *Passiflora alata* and *Passiflora edulis* Leaves. **Phytotherapy Research.**, v.15, p.162-164, 2001.

PEIXOTO, M. **Problemas e perspectivas do maracujá ornamental**. In: FALEIRO, F.G.;

JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 457-463, 2005.

PINTO, L.C.B. **Qualidade e conservação de pêssegos com utilização de 1-MCP e resfriamento rápido**. Tese (Doutorado em engenharia)- Faculdade de engenharia Agrícola / FEAGRI, Universidade Estadual de Campinas/ UNICAMP, Campinas, SP: [s.n.], 55p. 2005.

PIRES, M. M.; SÃO JOSÉ, A. R.; CONCEIÇÃO, A. O. **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Bahia: Editus, 2011. p.237.

REOLON, C. A. **Fatores de influencia nas características físico-químicas e minerais dacasca do maracujá amarelo e seu aproveitamento na elaboração de doce**. Marechal Candido Rondon: UNIOESTE, 2008. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2008.

ROSA, D. P.; ROMERO, J. T.; CATELAM, K. T. **Análises físico-química da polpa de maracujá amarelo azedo (*Passiflora edulis flavicarpa*)**. Disponível em http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_00471990167.pdf

ROSA, M.C.; FARIA, O.; AMANTE, E.R. O padrão respiratório na estocagem de produtos vegetais- uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.33, n.2: p.207-214, jul/dez, 1999.

ROTILI, M.C.C; VORPAGEL, J.A.; BRAGA, G.C.; KUHN, O.J; SALIBE, A.B.; Atividade antioxidante, composição química e conservação do maracujá-amarelo embalado com filme pvc. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 942-952, Dezembro 2013

RIBAS-AGUSTÍ, A., CÁCERES, R., GRATACÓS-CUBARSÍ, M., SÁRRAGA, C., MASSIMO, C. **Food Anal. Methods**, 5:1137–1144, 2012.

RISO, P., PORRINI, M. **Journal International de Vitaminologie et de Nutrition**, 67:47-54, 1997.

RUFINO, M. S. M. et al. **Comunicado Técnico**. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007 (Documentos/ Embrapa Agroindústria Tropical).

RUGGIERO, C. Maracujá: do plantio a colheita. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBREA A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 5, 1998, Jaboticabal, 1998, 388p
SALOMÃO, T.A.; ANDRADE, V.M.M.; Botânica. In: RUGGIERO, C. Cultura do maracujazeiro. Ribeirão Preto, SP: Legis Summa, p. 20-39, 1987.

SALOMÃO, L. C. C.; PUSCHMANN, R. **II Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita de Frutas Hortaliças e Flores**. Viçosa, p.93-97. 2007.

SALUNKHE, D. K.; BOLIN, H. R.; REDDY, N. R. Storage, processing, and nutritional

quality of fruits and vegetables. Fresh fruits and vegetables. **CRC Press**, Boca Raton: Florida, 2nd ed., v. 1. 315 p, 1991.

SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciência Tecnologia de Alimentos Campinas**, 27(4): 744-750, out.-dez. 2007

SILVA, M. S.; ALVES, R. E.; MENDONÇA, R. M. N. **Fisiologia pós-colheita de frutas tropicais**. In: SEDIYAMA, M. A. N.; BARROS, R. S.; FLORES, M. E. P.;

SEAGRI - **Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária**. Cultura – Maracujá. Disponível em <<http://www.seagri.ba.gov.br/Maracuja.htm> > Acesso em dezembro 2016.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, v.81, p.337– 354, 2002.

SINGLETON V. L., ORTHOFER R., LAMUELA-RAVENTOS R. M. **Methods Enzymology**, Livermore, 299: 152-178, 1999.

SPÍNOLA, V., MENDES, B., CÂMARA, J., CASTILHO, P. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, 403: 1049-1058, 2012.

SIRIWARDHANA, N., KALUPAHANA, N. S., CEKANOVA, M., LEMIEUX, M., GREER, B., & MOUSTAID-MOUSSA, N. (2013). Modulation of adipose tissue inflammation by bioactive food compounds. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, 24(4), 613–623

SOUZA, J.S.I.; MELETTI, L.M.M. **Maracujá: espécies, variedades, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 179p, 1997

TIBURCIO, A.F., KAUR-SAWHNEY, R., GALSTON, A.W. Polyamine metabolism. In: Intermedatory Nitrogen Metabolism. **The Biochemistry of Plants**. Mifflin B.J. and Lea P.J. (Ed). Academic Press. p. 283-325, 1990.

TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; HASHIZUME, T.; MEDINA, J.C.; TURATTI, T.M. **Processamento: produtos, caracterização e utilização**. In: **Maracujá: cultura, 30 matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. 2ª ed. rev. e ampl. Campinas: ITAL, p. 161-195, 1994. (Série Frutas Tropicais 9).

VASCONCELLOS, M.A.S.; DUARTE FILHO, J. Ecofisiologia do maracujazeiro. **Informe Agropecuário (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, MG, v. 21, n. 206, 2000.

VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, Y.L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables and grain products. **J. Agric. Food Chem.** v.46, p. 4113–4117, 1998

ZUCARELLI, V. **Germinação de sementes de Passiflora cincinnata Mast. : Fases, Luz, Temperatura e Reguladores Vegetais**, 2007. 111p. Dissertação (Mestrado-Universidade Estadual Paulista)

ZHISHEN, J., MENGCHENG, T., WU JIANMING, W., 1999. The determination of flavonoids content in mulberry and scavenging effect on superoxide radicals. **Food Chemistry** 64, 555–559.