

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MARACUJÁ
ROXINHO DO KÊNIA, SOB SANITIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO**

KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES

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

BOTUCATU-SP
Fevereiro/2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS- COLHEITA DE MARACUJÁ ROXINHO
DO KÊNIA, SOB SANITIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO**

KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES

Orientadora: Prof^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima

Co- Orientadora: Prof^a Dr^a Rummy Goto

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

BOTUCATU-SP
Fevereiro /2013

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

N972q Nunes, Kelly de Nazaré Maia, 1981-
Qualidade e conservação pós-colheita de maracujá roxinho
do kênia, sob sanitização e armazenamento / Kelly de Naza-
ré Maia Nunes. - Botucatu : [s.n.], 2013
viii, 80 f.: il. color, grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013
Orientador: Giuseppina Pace Pereira Lima
Co-orientador: Romy Goto
Inclui bibliografia

1. Maracujá - Pós-colheita. 2. Antioxidantes. 3. Tempe-
ratura. 3. Ozônio. 4. *Passiflora eduliss*. I. Lima, Giuse-
ppina Pace Pereira. II. Goto, Romy. III. Universidade Es-
tadual Paulista. "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botu-
catu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. IV. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MARACUJÁ
ROXINHO DO KÊNIA, SOB SANITIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO”**

ALUNA: KELLY DE NAZARÉ MAIA NUNES

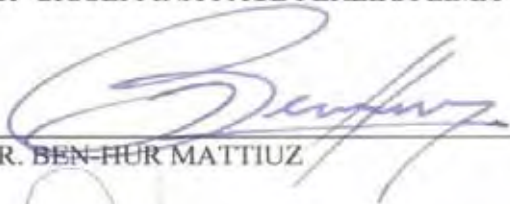
ORIENTADOR: PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA

CO-ORIENTADOR: PROFª DRª RUMY GOTO

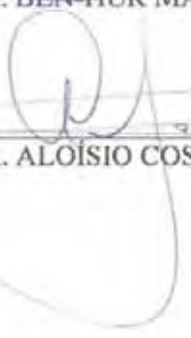
Aprovada pela Comissão Examinadora:



PROFª DRª GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA



PROF. DR. BEN-HUR MATTIUZ



PROF. DR. ALOÍSIO COSTA SAMPAIO

Data da Realização: 21 de fevereiro de 2013.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Kelly de Nazaré Maia Nunes, filha de Benedito da Silva Nunes e Angela Maria Maia Nunes, nasceu em Mojú/PA, em 16 de Agosto de 1981.

Graduou-se pela Universidade Federal Rural da Amazônia em novembro de 2007.

Durante os estudos de graduação foi bolsista Pibic e CNPq.

Trabalhou na Incubadora Tecnológica de Empreendimento Solidários /ITES da Universidade Federal Rural da Amazônia UFRA em 2007-2010.

Fez especialização em Produção de Biodiesel pela Universidade Federal Rural da Amazônia em maio de 2009.

Em março de 2011 ingressou no curso de mestrado, na área de concentração de Produção Vegetal/Horticultura, da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP.

Durante os estudos de pós-graduação foi bolsista CAPES.

Aos meus amados pais, **Benedito da Silva Nunes e Ângela Maria Maia Nunes**, que por meio das dificuldades sempre me apoiaram e incentivaram em minhas escolhas. Pelos ensinamentos, compreensões, amor e dedicação.

DEDICO.

Aos meus estimados irmãos **Elton Nunes, Keila Nunes, Everton Nunes** e as minhas cunhadas/irmãs **Ana Claudia Pereira e Karla Nunes** pela amizade, amor e dedicação em toda a trajetória de minha vida. Aos meus queridos sobrinhos **Natan Nunes, Ana Beatris Nunes e Sherolen Canuto**.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me sustentar em sua destra, pelas bênçãos alcançadas, pela serenidade, paciência e sabedoria que sempre me concedeu para enfrentar as lutas. Glória a Deus por tudo que és.

A Faculdade de Ciências Agrárias- UNESP, campus Botucatu-SP e ao programa de pós-graduação em Agronomia (Horticultura) pela oportunidade, conhecimento, formação no curso de mestrado em Agronomia/Horticultura.

A CAPES, por ter concedido a bolsa de estudos.

A Prof^a. Dr^a. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela oportunidade, orientação, amizade, dedicação e paciência em ensinar.

A Prof^a. Dr^a. Romy Goto e o Prof^o. Dr^o. Lin Chau Ming por serem sempre prestativos e que muito me ensinaram nesta jornada do meio acadêmico.

Aos funcionários da Fazenda Lageado, Horticultura e da Bioquímica pela ajuda nas atividades de campo e laboratório.

Aos colegas da pós-graduação em Horticultura, pela amizade e apoio durante o curso.

A Ana Karolina da Silva Ripardo o meu eterno obrigada, pela ajuda pessoal e profissional, pois sem ela este trabalho não existiria.

As amigas Raquel Cavasini, Josiane Pereira, Marizete Cavalcante e Mariana Lozano que contribuíram nas análises.

A Kamila Monaco, Natalia Reis, Luciana Borges, Ludmila Fukunaga e Willian Takata pela contribuição no desenvolvimento da dissertação.

A Alaíne Patrícia, Ana Emilia, José Humberto, Pepetinho, Josi Pereira, Hellen Síglio, Hugo Sales e Ana Karolina, pela incrível amizade, carinho e atenção, família esta que construir e nunca esquecerei.

As minhas companheiras e irmãs de República Amanda Corrado e Gabriela Grangrelli, pelo convívio, paciência, eternas risadas e amizade sem igual.

A equipe espetacular do Laboratório do Departamento de Bioquímica/IBB que fez meus dias mais alegres.

Aos irmãos da Igreja Quadrangular 7^o Região Terra Firme/Belém-Pará, pela amizade e orações.

A Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA/PA, pela formação acadêmica a todos os profissionais que fazem parte desta Instituição, em especial aos professores Dr^o. Sérgio Gusmão, Dr^o. Paulo Roberto Lopes, Msc. Valter Velasco e ao amigo Raimundo Rosa (Dico).

Aos meus eternos coordenadores e amigos Prof^a. Dr^a Carmen Célia Costa da Conceição e Prof^o. Dr^o Milton Guilherme da Silva Mota, por terem acreditado em meu potencial, pela formação profissional e por terem me ensinado o valor do trabalho em grupo.

Aos meus amigos da ITES/UFRA em especial a Adriana Pereira, Laís Castro, Daniella Silva e Fábila Corrêa por fazerem parte das batalhas e superações profissionais, mostrando a verdadeira essências do trabalho em equipe.

As amigas/irmãs Ana Lúcia Muniz, Luciana Muniz e Gisele Resende que sempre estiveram presente na minha vida profissional e familiar, dividido todos os momentos de alegria e tristeza e que sempre me apoiaram em toda fase da minha vida.

As amigas Luciana Borges e Kaliene Carvalho de personalidade incomparável que sempre estiveram dispostas a me ouvir, agradeço ao destino por ter colocado vocês em meu caminho.

SUMÁRIO

	Página
1. RESUMO	1
2. SUMMARY	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. OBJETIVOS GERAIS	8
4.1. Objetivos específicos	8
5. REVISÃO DE LITERATURA	9
5.1. Aspecto Geral	9
5.2. Caracterização do maracujá Roxinho do Kênia	11
5.3. Pós-colheita de maracujá	11
5.4. Tratamento com ozônio	13
5.5. Armazenamento refrigerado	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
 CAPÍTULO I	 25
1. RESUMO	26
2. ABSTRACT	28
3. INTRODUÇÃO	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1. Localização e caracterização da área experimental	31
4.2. Caracterização química do solo	32
4.3. Preparo do solo, adubação e transplântio	33
4.4. Manejo da cultura	33
4.5. Colheita dos frutos	33
4.6. Seleção e Montagem do Experimento em Laboratório	33
4.7. Delineamento Experimental	34
4.8. Características Avaliadas	34
4.8.1. Perda de massa	35
4.8.2. Potencial hidrogeniônico (pH)	35
4.8.3. Sólidos Solúveis (SS)	35
4.8.4. Acidez Titulável	35
4.9. Análise estatística	36
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	37
5.1. Perda de Massa	38
5.2. pH	39
5.3. Sólidos Solúveis	41
5.4. Acidez Titulável	43
5.5. Carboidratos	45
5.6. Nitrato	46
6. CONCLUSÃO	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
 CAPÍTULO II	 53
1. RESUMO	54
2. ABSTRACT	56
3. INTRODUÇÃO	58
4. MATERIAL E MÉTODOS	60

4.1. Localização e caracterização da área experimental	60
4.2. Caracterização química do solo	60
4.3. Prepara do solo, adubação e transplântio	61
4.4. Manejo da cultura	61
4.5. Colheita dos frutos	61
4.6. Seleção e Montagem do Experimento em Laboratório	62
4.7. Delineamento Experimental	62
4.8. Características Avaliadas	62
4.8.1. Pigmentos	63
4.8.2. Compostos Fenólicos	63
4.8.3. Determinação de Flavonoides	63
4.8.4. Ácido Ascórbico	64
4.8.5. Potencial Antioxidante (DPPH)	64
4.9. Análise Estatística	64
3. RESULTADO E DISCUSSÃO	65
5.1. Carotenoides Totais	65
5.2. Compostos Fenólicos	67
5.3. Flavonoides Totais	69
5.4. Ácido Ascórbico	70
5.5. Capacidade Antioxidante (DPPH)	72
6. CONCLUSÃO	74
7. CONSIDERAÇÕES GERAIS	75
7.1. Capítulo I	75
7.2. Capítulo II	76
8. CONCLUSÃO GERAL	76
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

LISTA DE TABELAS

Página

Capítulo I

Tabela 1. Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel–SP, 2011.....	32
Tabela 2. Resultado de análise da amostra de solo para micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel–SP, 2011.....	32
Tabela 3. Ajustes da perda de massa, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	38
Tabela 4. Ajustes do potencial hidrogeniônico, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	40
Tabela 5. Ajustes dos sólidos solúveis, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	42
Tabela 6. Ajustes da acidez total, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	44
Tabela 7. Ajustes da variável carboidrato solúveis, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	46
Tabela 8. Ajustes do nitrato, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	48

Capítulo II

Tabela 1. Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel–SP, 2011.....	61
Tabela 2. Resultado de análise da amostra de solo para micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel–SP, 2011.....	61
Tabela 3. Ajustes dos carotenoides, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	66
Tabela 4. Ajustes dos compostos fenólicos, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	68
Tabela 5. Ajustes dos flavonoides, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	70
Tabela 6. Ajustes de ácido ascórbico, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	71
Tabela 7. Ajustes da Capacidade antioxidante, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (<i>r</i>). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	73

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Cor da casca em dois estágios de maturação do fruto. Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).....	11
 Capítulo I	
Figura 1. Cultivo do Fruto Roxinho do Kênia na Fazenda São Manuel. Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).....	32
Figura 2. Sanitização dos frutos com água ozonizada (A); Separação dos frutos para armazenamento em temperatura de ambiente e câmara fria (B). Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).....	34
Figura 3. Perda quantitativa de maracujás Roxinho do Kênia armazenados em temperatura de ambiente. Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).....	37
Figura 4. Perda de massa de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	38
Figura 5. Potencial hidrogeniônico de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	40
Figura 6. Sólidos solúveis de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	42
Figura 7. Acidez titulável de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	44
Figura 8. Carboidratos solúveis de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	45
Figura 9. Nitrato de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	47
 Capítulo II	
Figura 1. Carotenoides totais de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	66
Figura 2. Compostos fenólicos de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	68
Figura 3. Flavonoides total de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	69
Figura 4. Ácido Ascórbico de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	71
Figura 5. Capacidade antioxidante de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O ₃ -5) e 10 (O ₃ -10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.....	73

QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE MARACUJÁ ROXINHO DO KÊNIA, SOB MÉTODOS DE SANITIZAÇÃO E ARMAZENAMENTO.

Botucatu, 2013, 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autora: Kelly de Nazaré Maia Nunes

Orientadora: Pro^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima

Co-Orientadora: Pro^a Dr^a Rummy Goto

1. RESUMO

O maracujá é um fruto de clima tropical, muito apreciado pelo seu suco. Pode ser consumido *in natura* ou destinado a indústrias. Após a colheita o fruto apresenta vida útil de apenas três a sete dias em condições de temperatura ambiente, enquanto que mantido em câmara fria, a vida pós-colheita pode atingir um período de três a cinco semanas. Aliado a câmara fria, podem ser usados sanitizantes para aumentar o tempo de armazenamento de espécies vegetais. Este trabalho foi dividido em dois capítulos, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar a influência da sanitização em água ozonizada associada a temperatura, na qualidade e conservação de fruto de maracujá “Roxinho do Kênia” (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims). No primeiro capítulo o objetivo foi avaliar a utilização da sanitização com água ozonizada na conservação das características físicas e químicas de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims) armazenados em temperatura de ambiente e refrigerada. No segundo capítulo objetivou-se avaliar a influência do armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada) e o efeito do ozônio em alguns compostos com propriedades antioxidantes dos frutos de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims). O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 7), com dois tipos de sanitização mais controle (água ozonizada no tempo de 5 e 10 minutos e água de abastecimento público) e tempo de prateleira (0,5, 10, 15, 20, 25 e 3 dias). Foram utilizados quatro repetições com três frutos cada, armazenados em temperatura de ambiente ($20,71 \pm 2$ °C) e temperatura refrigerada (10 ± 2 °C). As características avaliadas no primeiro capítulo foram: perda de massa, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), nitrato (NO_3^-) e carboidratos. No segundo capítulo avaliou-se potencial antioxidante (DPPH),

compostos fenólicos totais, flavonoides, carboidratos totais e ácidos ascórbico. O uso de água ozonizada em frutos de maracujá roxinho do Kênia mantidos em câmara fria não induziu alterações para acidez titulável, perda de massa e potencial hidrogeniônico. Houve influência da sanitização em carboidratos, flavonoides, fenois, nitrato, carboidratos e atividade antioxidante em frutos armazenados em temperatura ambiente. O uso da sanitização de frutos de maracujá em água ozonizada mantido em temperatura ambiente não é eficiente para manutenção da vida pós- colheita.

PALAVRA CHAVE: *Passiflora eduliss*, Ozônio, temperatura.

QUALITY AND CONSERVATION OF POST-HARVEST OF PASSION Roxinho Kenya, UNDER SANITIZING METHODS AND STORAGE. Botucatu, 2013, 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Kelly de Nazaré Maia Nunes

Adviser: Pro^a Dr^a Giuseppina Pace Pereira Lima

Second Adviser: Pro^a Dr^a Romy Goto

2. SUMMARY

The passion is a fruit of tropical climate, very appreciated for its juice. It can be eaten or used for industries. After harvesting the fruit has shelf-life of only three to seven days at environment temperature conditions, whereas kept in cold storage, the shelf-life can attain a period of 3 to 5 weeks. Coupled with cold chamber, sanitizers can be used to increase the storage time of plant species. This work was divided into two chapters and the aim of this study was to evaluate the influence of sanitization with ozonated water associated of temperature, in quality and conservation of yellow passion fruit "Roxinho do Kenya" (*Passiflora edulis* var. *Edulis*). The first chapter aimed to evaluate the use of sanitization with ozonated water in the physic-chemistry conservation of passion fruit Roxinho do Kenya (*Passiflora edulis* var. *Edulis*) stored at ambient temperature and refrigerated. The second chapter aimed to evaluate the influence of storage (ambient temperature and refrigerated) with the effect of ozone on some compounds with antioxidant properties of passion fruits Roxinho do Kenya (*Passiflora edulis* var. *Edulis*). The statistical design was completely randomized factorial (3 x 7), with three types of sanitization more the control (ozonated water in time of 5 and 10 minutes and public water supply) and shelf life (0.5, 10, 15, 20, 25 and 30 days). We used four replicates of three fruits each, stored in ambient temperature ($20.71 \pm 2^{\circ} \text{C}$) and refrigerated temperature ($10 \pm 2^{\circ} \text{C}$). The characteristics were evaluated in the first chapter was performed fruit weight, hydrogen potential (pH), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), nitrate (NO_3) and carbohydrates. In the second chapter we evaluated antioxidant potential (DPPH), total phenolic compounds, flavonoids, total carbohydrates and vitamin C. The use of ozonated water in passion fruits 'Roxinho do Kenya' kept in cold chamber did not induce changes in titratable acidity, weight decrease

and hydrogen potential. There was influence of sanitization in carbohydrates, flavonoids, phenols, nitrate, carbohydrates and antioxidant activity in fruit stored in room temperature. The use of sanitizing in passion fruits with ozonated water maintained at ambient temperature is not effective in maintaining the shelf-life.

Key word: *Passiflora eduliss*, ozone, temperature.

3. INTRODUÇÃO

O maracujá (*Passiflora edulis*) é originário da América Tropical e existe no Brasil mais de 150 espécies nativas. Entretanto, nem todas produzem frutos comestíveis e aproveitáveis, apenas um pequeno número consegue ocupar espaço nos grandes mercados de frutos nacionais e internacionais. As mais conhecidas comercialmente são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.), o maracujá-roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*) e o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) (CANÇADO JÚNIOR et al., 2000).

Entre estas espécies encontra-se o maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims). Originário do Sul do Brasil, compreendendo a região do Paraguai e o norte da Argentina, se desenvolve em temperaturas média entre 16 e 22 °C. Os frutos são de forma arredondada, apresentando a cor roxa quando maduros. Em seu interior contêm muitas sementes circundado por uma polpa gelatinosa amarelo, que exhibe um aroma intenso e sabor doce-ácido (JIMÉNEZ et al., 2011).

A cultura do maracujazeiro é conhecida principalmente por suas características exóticas e sensoriais, assim como também por seus aspectos nutricionais,

seus teores de sais minerais, carboidratos e vitaminas, sobretudo a A e a C (LIMA, 2002; MELETTI, 2005).

Da produção brasileira de maracujá amarelo, 53% é destinada ao consumo interno *in natura* e 46% para a indústria de sucos e derivados (BRIGNANI NETO, 2002). O Brasil também é um dos principais exportadores de suco de maracujá, cujos produtos mais comercializados são o suco integral congelado (12° Brix) e o suco concentrado congelado (50° Brix) (FOLEGATTI; MATSUURA, 2002).

Quando destinado ao mercado *in natura*, o critério mais utilizado para avaliar a qualidade dos frutos é a aparência externa. Recomenda-se a colheita na planta, quando os frutos de maracujá amarelo apresentam, pelo menos, 30% de coloração amarela, evitando-se sua queda ao solo (ARJONA et al., 1992).

Essa perda de qualidade e, conseqüentemente, de valor comercial, ocorre em razão da intensa atividade respiratória e da elevada perda de água (CASTRO, 1994; SCHEER, 1994).

Portanto, para o mercado de fruta fresca, a conservação pós-colheita do fruto tem gerado grande preocupação, visto que o maracujá é perecível e apresenta vida útil pós-colheita, sob condições normais, de três a sete dias à temperatura ambiente (ARJONA et al., 1992).

O armazenamento de frutas e hortaliças a baixa temperatura posterior à colheita é a técnica mais utilizada para prolongar e conservar estes produtos. A redução da temperatura faz com que as reações enzimáticas, especialmente às associadas à respiração e senescência, ocorram mais lentamente. A diminuição da atividade respiratória é o principal processo fisiológico pós-colheita, proporcionando menores perdas das características físicas e químicas, tais como aroma, sabor, textura, cor e outros atributos de qualidade dos frutos (BRON et al., 2002).

O armazenamento de frutas e hortaliças associados ao tratamento com ozônio pode ser uma alternativa que venha diminuir a perda pós colheita. Segundo Adaskaveg et al. (2002) o ozônio é um dos mais fortes agentes oxidantes comumente disponíveis, instável à pressão e temperatura ambiente com uma meia vida de cerca de 15 minutos e é decomposto a O₂ a temperaturas superiores que 35°C.

Assim, uma melhor conservação dos frutos por período mais longo é de fundamental importância para a comercialização eficiente do produto destinado ao mercado de frutas frescas e traz benefícios para toda a cadeia de produção, evidenciando a

necessidade da utilização de técnicas que aumentem a durabilidade dos frutos de maracujá após a colheita.

4. OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a influência do ozônio associado a temperatura, na qualidade e conservação de fruto de maracujá “Roxinho do Kênia” (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims).

4.1. Objetivos específicos

Avaliar o uso da água ozonizada e sua influência na qualidade de maracujá “Roxinho do Kênia”.

Avaliar as características físicas, químicas e bioquímicas do maracujá “Roxinho do Kênia” quando armazenada em temperatura de ambiente e refrigerada.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Aspecto Geral

Para o Velho Mundo, o maracujá só se tornou conhecido depois da descoberta da América, com a primeira referência a uma planta desse grupo que foi publicado em 1553, pelo espanhol Cieza de León, denominado de "granadilla". Em 1569, Monardes Nicolás apontou a fruta com semelhanças a Paixão de Cristo, e posteriormente em 1651 apareceu o nome Passiflora que foi adotado por Linnaeus em 1753, quando ele lançou as bases para a nomenclatura botânica (BERNACCI et al., 2008).

Pertencente à família Passifloracea, ordem Passiflorales, o maracujázeiro compreende cerca de 18 gêneros e 630 espécies, distribuídas, principalmente, nas regiões tropicais da América, Ásia e África. A maioria das espécies de maracujá é considerada perene, existindo, um pequeno número de espécies anuais (COELHO et al., 2011).

Nativo das Américas Central e do Sul, a planta é cultivada em países de climas subtropical e tropical. Apenas o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e o maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) são cultivados comercialmente, apesar de várias espécies serem conhecidas (DE PAULA et al., 2004).

O maracujá amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* Sims) tem maior importância devido à qualidade dos frutos, devido a divulgação junto aos consumidores e ao incentivo da agroindústria, representando 95% dos pomares brasileiros de maracujá (BERNACCI et al., 2003).

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de maracujá, por ser uma região favorável para o desenvolvimento da espécie, por apresentar diversificação de aptidão edafoclimática, com isso produz frutos com maiores rendimento de suco, maior acidez e maior produção por hectare. Além de produzir, também é o maior consumidor mundial da fruta (RAIMUNDO et al., 2009).

Nos últimos anos, o interesse pelo maracujá-roxo vem crescendo no centro-sul do País, visando à exportação. O mercado internacional é bastante receptivo ao maracujá-roxo, daí o interesse na produção da fruta *in natura* a partir de seleções que possuam as características comerciais desejáveis, ou seja, frutos pequenos e menos ácidos que o atual padrão brasileiro de maracujá (MELETTI, 2005).

No geral os consumidores têm preferência por frutos maiores, de boa aparência, sabor adocicado e menos ácidos, quando destinados ao consumo *in natura*. Na indústria de suco, há preferência por frutos de alto rendimento em suco e com maior teor de sólidos solúveis (FORTALEZA et al., 2005).

Para alcançar esta qualidade de suco, o padrão de amadurecimento fisiológico do maracujá, caracterizado como fruto climatérico é um fator importante. Durante a fase de maturação, o maracujá sofre diversas alterações físicas e químicas de síntese e degradação de componentes, dando ao fruto suas características próprias (Reolon et al., 2009).

Ainda que tenha avançado como produto agroindustrial, mostra-se relevante a comercialização do produto *in natura*. Nessa opção, um dos principais problemas do maracujá consiste no fato de que, após a colheita, o produto se mostra sensível a uma série de doenças que causam perda de qualidade, depreciando a fruta e dificultando sua comercialização (RIBEIRO JUNIOR; DIAS, 2005).

Para aumentar a longevidade após a colheita e fornecer aos consumidores frutos com qualidade, o maracujá deve ser acondicionado em câmara fria com temperatura em torno de 10°C, com umidade relativa do ar variando de 85 a 90%. Sob essas condições, os frutos têm sua vida útil aumentada consideravelmente, em torno de 12 dias (LEONEL; SAMPAIO, 2007).

5.2. Caracterização do maracujá Roxinho do Kênia

Também conhecido como maracujá roxo ou gulupa (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims.), o maracujá roxinho do Kênia é nativo da região sul do Brasil e foi amplamente distribuído durante o século 19 para outros países da América do Sul, Caribe, Ásia, África e Índia. É uma fruta muito valorizada não só por seu sabor e aroma, mas também pelo seu conteúdo nutritivo como uma fonte de provitamina A, niacina, riboflavina e ácido ascórbico (PINZÓN et al., 2007)

O maracujá-roxo é cultivado entre 1600 e 2400 metros acima do nível do mar, com temperaturas entre 10 e 18 ° C e umidade relativa de 60 a 70%. Seu ciclo vegetativo dura cerca de 1-3 anos. A produção começa entre 7 e 12 meses após o transplante. Requer solos profundos, com boa retenção de umidade e matéria orgânica, argila ou barro argiloso, com pH de 5,5 a 6,5 (ICA, 2011).

O fruto é redondo, ligeiramente ovoide com 4-6 cm de diâmetro. O pericarpo é liso e consistente, no estado imaturo apresenta coloração verde e quando maduro adquire cor roxo escuro (Figura 1). No seu interior encontra-se abundantes sementes pretas, medindo cerca de 0,6 x 0,4 mm revestidas por um arilo de cor amarela a alaranjada, que constitui a polpa da fruta, é utilizado para consumo direto ou na preparação de sucos, néctares e sobremesas (QUEVEDO, 1989).



Figura 1. Cor da casca em dois estágios de maturação do fruto. Botucatu, FCA-NESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes)

5.3. Pós-colheita de maracujá

O maracujá é um fruto altamente perecível após o seu desligamento da planta, o que o predispõe a uma rápida desidratação do pericarpo acompanhada de

murchamento, reduzindo, assim, seu período de conservação e comercialização (DURIGAN et al., 2004). E ainda, segundo Kays (1991), a cutícula que reveste o fruto é incapaz de conter o rápido processo de desidratação após a colheita.

A perda na qualidade, devido à atividade respiratória intensa e a perda significativa de água, está relacionada com as diferenças na temperatura, umidade relativa e no diferencial de pressão do vapor de água entre a atmosfera e o produto (FONSECA et al., 2000). Assim, a conservação pós-colheita do fruto tem sido uma grande preocupação nos Estados produtores (ARJONA et al., 1992).

O armazenamento do maracujá-roxo e maracujá amarelo, são colhidos no ponto do seu completo desenvolvimento fisiológico, pode ser feito durante 1 semana, em temperatura de ambiente, e por 2 semanas em temperatura de 10°C. Quando são armazenados em temperatura de 5,5-7,2°C e 85-90% de umidade relativa, o maracujá-roxo pode ser mantido durante 4 a 5 semanas e o maracujá amarelo por 3 a 4 semanas (MANICA et al., 2005).

Frutas de melhor qualidade são remuneradas a preços significativamente superiores, até 150%, que o obtido com a comercialização das frutas de classes inferiores (MELETTI; MAIA, 1999). Para fins industriais, a acidez deve estar entre 3,2 e 4,5%, conteúdo de sólidos solúveis (°Brix), oscilando de 15 a 16%, rendimento em suco acima de 40%, e teor de vitamina C entre 13 e 20 mg 100g⁻¹ (FOLEGATTI; MATSUURA, 2002).

A boa conservação dos frutos por um período mais longo é de fundamental importância para a comercialização eficiente do produto destinado ao mercado de frutas frescas e traz benefícios para toda a cadeia de produção. Assim, após a colheita, os frutos devem ser lavados, secados, tratados, classificados e embalados de acordo com os padrões estabelecidos pelo programa brasileiro de melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros (LIMA, 2002).

Como alternativa para aumentar a vida pós-colheita dos frutos, deve-se atentar para a qualidade inicial do produto e para o emprego de técnicas pós-colheita que aumentem sua vida de prateleira, que se tornam interessantes, entre elas, destaca-se o tratamento com água quente (tratamento hidrotérmico), a água ozonizada, além das condições de armazenamento, transporte e distribuição.

5.4. Tratamento com ozônio

Para prolongar o período de armazenamento dos frutos, é necessário utilizar técnicas de conservação que interfiram nos processos fisiológicos, reduzindo as taxas de transpiração e respiração, por meio da diminuição da temperatura, elevação da umidade relativa do ar, uso de aditivos na superfície e de embalagens adequadas, uma vez que a aparência é o critério mais utilizado pelo consumidor para avaliar a qualidade de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em 1893 na Europa, foi permitido o uso do ozônio como desinfetante de água para o consumo humano. Em 1982, nos Estados Unidos, a Food and Drug Administration- FDA liberou seu uso no processo de lavagem de garrafas para comercialização de água, por considerá-lo substância GRAS (Generally Recognized as Safe), Como agente conservante de alimentos seu primeiro uso foi em 1909, na forma gasosa, em câmaras frias de estocagem de carnes (et al., 2008).

Em 2001, foi classificado nos Estados Unidos como aditivo alimentar, aprovado como um agente antimicrobiano em alimentos. Existem muitas aplicações de ozônio na indústria de alimentos, como descontaminação de aves, frutas, legumes e alimentos secos, como cereais, grãos, pimenta preta e pistache (AKBAS; OZDEMIR, 2008).

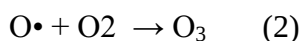
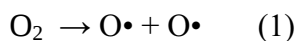
O ozônio (O_3) é determinado como um forte agente microbiano sendo utilizado para determinados fins na indústria de alimento e bebidas. Se decompõem rapidamente em água que sua ação pode ocorrer principalmente na superfície, não deixando resíduos. Além do uso para atividade anti-microbiana, o ozônio está sendo utilizado na pós-colheita, em câmara fria para redução do etileno (C_2H_4), prolongando a vida de armazenamento das frutas e hortaliças (AGUAYO et al., 2006).

Também há relatos do uso do ozônio na purificação e envelhecimento artificial de bebidas alcólicas, incluindo vinhos e destilados, e na manufatura de sidra, como agente de desinfecção e controlador de odor. Na Europa tem sido comumente utilizado, segura e eficientemente, no tratamento de águas de abastecimento de rede pública e no processamento de alimentos (GRAHAM, 1997).

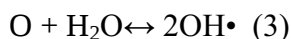
Dentre as substâncias desinfetantes mais empregadas na indústria de alimentos, o ozônio possui o maior poder de oxidação, superando inclusive, o peróxido de hidrogênio, o hipoclorito e o cloro (CHIATTONE et al., 2008).

O ozônio é um gás muito instável em água tendo o oxigênio como produto de degradação das partículas, por este motivo não deixa nenhum resíduo indesejável. Vários estudos têm demonstrado que os tratamentos de água ozonizada podem promover a extensão de vida útil de produtos alimentares, e que a ozonização é de fato um método apropriado para melhorar a qualidade e segurança dos alimentos (ALEXANDRE et al., 2011).

O ozônio é gerado pela passagem de ar ou oxigênio puro entre dois eletrodos submetidos a uma elevada diferença de potencial (aproximadamente 10 kV), conforme Equações 1 e 2. A decomposição do ozônio em águas naturais é caracterizada por uma rápida diminuição da concentração inicial do ozônio (ALMEIDA et al., 2004).



O ozônio reage com grande número de compostos orgânicos quando dissolvido em água podendo ser por oxidação direta como ozônio molecular (Equação 2) ou pela oxidação indireta a partir da formação de radical hidroxila (Equação 3) (BADER; HOIGNÉ, 1981).



A eficiência da água ozonizada está diretamente relacionada com a solubilidade do O_3 , que aumenta à medida que a temperatura da água diminui. O tempo de contato e a taxa de fluxo de O_3 influenciam a transferência da molécula se misturando adequadamente a medida que aumenta a turbulência das bolhas (ARTÉS et al., 2009).

Por ser muito instável o ozônio deve ser desenvolvido no local onde vai ser aplicado. Seu tempo de vida na água em temperatura ambiente varia de 10 a 20 minutos, decompondo-se novamente em oxigênio molecular (KECHINSKI, 2007).

Simão e Rodríguez (2009) observaram que o gás ozônio (O_3) foi eficiente na conservação do tomate no período pós-colheita exposto a fluxo contínuo de 1 ppm (vol/vol), durante 24 horas a 25°C e 65% de umidade relativa. De acordo com os autores, quando aplicado em quantidades adequadas, contribui para o aumento de vida de prateleira do tomate e em níveis satisfatórios de qualidade.

Segundo Zhang et al. (2006), o tratamento com água ozonizada ($4,3 \mu\text{g L}^{-1}$ por 1 minuto) em morangos armazenados sob atmosfera modificada ativa ($2,5\% \text{O}_2$ e $10\% \text{CO}_2$) à temperatura de $4 \pm 0,5^\circ\text{C}$ prolongou a vida útil destes produtos por mais 8-10 dias do que quando armazenado somente sob atmosfera modificada ativa.

5.5. Armazenamento refrigerado

A demanda pelo consumo de frutas e hortaliças tem levado à necessidade de técnicas de armazenamento pós-colheita que prolonga a vida de prateleira e mantêm qualidades sensoriais iniciais do produto (SÁNCHEZ et al., 2009).

Na conservação de frutas na pós-colheita, várias técnicas podem ser utilizadas, tais como armazenamento em atmosfera modificada (AM) pelo uso de filmes e ceras, armazenamento em atmosfera controlada (AC), armazenamento sob baixa temperatura, utilização de reguladores de crescimento e uso de irradiação (CARVALHO, 1994).

A refrigeração é um método eficiente para armazenamento de frutas e vegetais por longos períodos. Todos os outros métodos de regulação do amadurecimento e deterioração são, na melhor das hipóteses, apenas métodos suplementares às baixas temperaturas (CLEMENTE, 1999).

O armazenamento a frio retarda os processos fisiológicos como a respiração e a produção de calor vital, que levam à senescência dos vegetais. A redução da intensidade respiratória reduz as perdas de aroma, sabor, à mudança de textura e coloração, retarda o amadurecimento, o amolecimento, as mudanças metabólicas indesejáveis e outros atributos de qualidade do produto armazenado (FILGUEIRAS et al., 1996, HARDENBURG et al., 1986).

Dentro da faixa de temperatura de 0°C a 30°C , a cada 10°C de aumento na temperatura, a velocidade respiratória pode duplicar, triplicar ou mesmo quadruplicar. O calor acelera a respiração e, conseqüentemente, promove a degradação da qualidade de frutas e hortaliças. Por esse motivo utiliza-se a tecnologia de resfriamento para diminuir o calor do produto e do ambiente onde este se encontra. Por outro lado, se a temperatura é muito baixa, dependendo do produto pode ocorrer injúrias fisiológicas, podendo aumentar a taxa respiratória (CORTEZ et al., 2002; FONSECA et al., 2002).

A conservação pós-colheita do fruto de maracujá tem sido uma grande preocupação nos Estados produtores, visto que o fruto é perecível e suporta, em condições normais, três a sete dias à temperatura ambiente. Após esse período sofrem murcha rápida, a polpa principia a fermentar e inicia-se o ataque de fungos (RESENDE et al., 2001).

As condições de temperatura e umidade relativa de armazenamento recomendadas para o maracujá são de 5,6 a 7,2 °C e de 85 a 90 %. Nessas condições, o maracujá roxo pode ser conservado por um período de 4 a 5 semanas e o amarelo por 3 a 4 semanas, sem que a concentração de sólidos solúveis, acidez e carotenos sejam alteradas, mas os teores de ácido ascórbico, sacarose e amido diminuem, enquanto que os teores de açúcares redutores e totais aumentam (SILVA et al., 1999; DURIGAN, 1998).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASKAVEG, J.E.; FOSTER, H.; SOMMER, N.F. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops**, cap.17, p.163-196, 2002.

AGUAYO, E.; ESCALONA, V.H.; ARTÉS, F. Effect of cyclic exposure to ozone gas on physicochemical, sensorial and microbial quality of whole and sliced tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**. v. 39, p.169–177, 2006.

AKBAS, M. Y.; OZDEMIR M. Application of gaseous ozone to control populations of *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* and *Bacillus cereus* spores in dried figs. **Food Microbiology**, v. 25, n. 2, p. 386 – 391, 2008.

ALEXANDRE, E. M. C.; SANTOS-PEDRO, D. M.; BRANDÃO, T. R.S.; SILVA, C. L. M.. Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. **Journal of Food Engineering**, v. 105, p. 277-282, 2011.

ALMEIDA, E.; ASSALIN, M. R.; ROSA, M. A. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, v. 27, n. 5, p.818-824, 2004.

ARJONA, H.E.; MATTA, F.B.; GARNER, J.O. Temperature and storage time affect quality of yellow passion fruit. **Horticulture Science**, v. 27, n.7, p.809-810, 1992.

ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTÉS-HERNÁNDEZ F. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. **Postharvest Biology and Technology**. v. 51. p. 287–296, 2009.

BADER, H; HOIGNÉ, J. Rate constants of reactions of ozone with organic and inorganic compounds in water. **Water Research**, v. 17, p. 185-194, 1981.

BERNACCI, L. C.; MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOTT, M. D. Maracujá-doce: o autor, a obra e a data da publicação de *Passiflora alata* (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 355-356, 2003.

BERNACCI, L. C.; SOARES-SCOTT, M. D.; JUNQUEIRA, N. T. V.; PASSOS, I. R. da S.; MELETTI, L. M. M. *Passiflora Edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of others colors). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 566-576, 2008.

BRIGNANI NETO, F. **Produção integrada de maracujá. Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 95-197, 2002.

BRON, I. U.; JACOMINO, A. P.; APPEZZATO-DA-GLORIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1349-1358, 2002.

CANÇADO JÚNIOR, F.L.; ESTANILAU, M.L.L.; PAIVA, B.M. de Aspectos econômicos da cultura do maracujá. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n. 206, p. 10-17, 2000.

CARVALHO, V. D. de. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.

CASTRO, J.V. Matéria-prima. IN: ITAL. MARACUJÁ. Campinas: Ital, **Série frutas tropicais**, v. 9, p.26, 1994.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIASI, R. C.. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.19, n.3, p. 341-349, jul./set. 2008.

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

CLEMENTE, E.S. O mercado de vegetais pré – processados. In: **SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**, Piracicaba-SP, 1999.

COELHO, A. A.; OLIVEIRA, E. M. S. de; RESENDE, E. D. de; THIÉBAUT, J. T. L. Dimensionamento amostral para a caracterização da qualidade pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Ceres**, v. 58, n.1, 2011.

CORTEZ, L.A.B., HONÓRIO, S.L., MORETTI, C.L. (Ed. Téc.). Resfriamento de frutas e hortaliças. Embrapa Hortaliça. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, p. 428, 2002.

DE PAULA, B.; MORAES, I. V.M.; CASTILHO, C. C.; GOMES, F. dos S.; MATTA, V. M. da; CABRAL, L. M. C. Melhoria na eficiência da clarificação de suco de maracujá pela combinação dos processos de microfiltração e enzimático. **BOLETIM DO CENTRO DE PESQUISA E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS (CEPPA)** Curitiba, v. 22, n. 2, p. 311, jul./dez. 2004.

DURIGAN, J. F. Colheita e conservação pós-colheita. In: Simpósio Brasileiro Sobre A Cultura do Maracujazeiro, 5, Jaboticabal, 1998. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, p. 257-278, 1998.

DURIGAN, J. F.; SIGRIST, J. M. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; VIEIRA, G. Qualidade e tecnologia pós-colheita do maracujá. In: LIMA, A. de A.; CUNHA, M. A. P. (Org.). **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 283-303, 2004.

FILGUEIRAS, H. A. C.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Armazenamento de ameixas sob refrigeração e atmosfera modificada - 2: colapso interno (internal breakdown) e textura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 18, n. 1, p. 129-135, 1996.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. Produtos. **Maracujá: pós-colheita**. Brasília: Embrapa **Informação Tecnológica**, (Frutas do Brasil, 23), p. 51, 2002.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; BRECHT, J.K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. **Journal of Food Engineering**, v.52, n.2, p.99-119, 2002.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; LINO, I.B.M.; BRECHT, J.; CHAU, K.V. Modelling O₂ and CO₂ exchange for development of perforation-mediated modified atmosphere packaging. **Journal of Food Engineering**, v.43, p.9-15, 2000.

FORTALEZA, J. M.; PEIXOTO, J. R.; JUNQUEIRA, N. T. V.; OLIVEIRA, A. T. de; RANGEL, L. E. P. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 124-127, Abril, 2005.

GRAHAM, D. M. Use of ozone for food processing. **Food Technology**, v. 51, n. 6, p. 72-75, 1997.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks. **Agriculture Handbook**, v. 66, p. 130, 1986.

ICA. **Manejo de problemas fitosanitarios del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) Medidas para la temporada invernal**. Bogotá, D.C. Colombia. p. 32, 2011.

JIMÉNEZ, A. M.; SIERRA, C. A.; RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.; OSORIO, C. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. f. *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. **Food Research International**, v. 44, p. 1912 –1918, 2011.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI, p. 532, 1991.

KECHINSKI, C.P. **Avaliação do uso de ozônio e de outros tratamentos alternativos para a conservação do mamão papaia (Carica papaya L.)**. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

LEONEL, S.; SAMPAIO, A.C. **Maracujá-doce: Aspectos técnicos e econômicos**. São Paulo: Editora UNESP, p. 134, 2007.

LIMA, A. de A. **Maracujá produção: aspectos técnicos**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. Brasília: Embrapa **Informação Tecnológica**, (Frutas do Brasil; 15). p. 103, 2002.

MANICA, I.; BRANCHER, A.; SANZONOWICZ, C.; ICUMA, M.; AGUIAR, J.L.P.; AZEVEDO, J.A.; VASCONCELLOS, M.A.S.; Junqueira, N.T.V. **Maracujá-doce: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes. P. 198, 2005.

MELETTI, L. M. M. **Maracujá-roxo**. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2. p.194-348, 2005.

MELETTI, L. M. M.; MAIA, M. L. **Maracujá: produção e comercialização**. Campinas, SP: IAC, 64 p., **Boletim Técnico**, p. 181. 1999.

PINZÓN, M.; FISCHER, G.; CORREDOR, G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomía Colombiana**, v. 25, p.83-95, 2007.

QUEVEDO, E. **Análisis de la floración y fructificación bajo tres sistemas de soporte en la gulupa**. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 98p. 1989.

RAIMUNDO, K.; MAGRI, R. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SAMPAIO, A. C. Avaliação física e química da polpa de maracujá congelada comercializada na região de bauru. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 539-543, 2009.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SALIBE, A. B.. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação. **BOLETIM DO CENTRO DE PESQUISA E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS (CEPPA)**, Curitiba, v. 27, n. 2, 2009.

RESENDE, J. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, M. I. F. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.159-168, 2001.

RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; DIAS, M. S. de C. Doenças do maracujá. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 228, p. 36-39, 2005.

SÁNCHEZ, M.-T.; PÉREZ-MARÍN, D.; FLORES-ROJAS, K.; GUERRERO, J. E., GARRIDO-VARO, A. Use of near-infrared reflectance spectroscopy for shelf-life discrimination of green asparagus stored in a cool room under controlled atmosphere. **Talanta**, v. 78, p. 530-536, 2009.

SCHEER, A. Reducing the water loss of horticultural and arable products during long term storage. **Acta Horticulturae**, n. 368, p. 511-522, 1994.

SILVA, A. P. da, VIEITES, R. L., CEREDA, E. Conservação do maracujá doce pelo uso de cera e choque frio. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, 1999.

SIMÃO, R.; RODRÍGUEZ, T. D. M.. Utilização do ozônio no tratamento pós-colheita do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Revista de Estudos Sociais** - ano 11, v. 2, n. 22, p. 115-124, 2009.

ZHANG, M.; XIAO, G.; SALOKHE, V.M. Preservation of strawberries by modified atmosphere packages with other treatments. **Packaging Technology and Science**, v.19, n.4, p.183-191, jul/aug, 2006.

CAPÍTULO I

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE MARACUJÁ ROXO TRATADOS COM ÁGUA OZONIZADA E DIFERENTES TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

1. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização do ozônio na conservação das características físicas e químicas de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims) armazenados em temperatura de ambiente e refrigerada. Os frutos foram separados em três grupos homogêneos e submetidos aos tratamentos com imersão em água de abastecimento público(AAP) por 5 minutos e em dois tempos de imersão em água ozonizada, 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos. Os frutos de cada tratamento de sanitização foram subdivididos em dois. O primeiro grupo foi armazenado em câmara fria a temperatura de 10 ± 2 °C e 90% UR, enquanto que o segundo grupo foi armazenado em temperatura de ambiente a $20,71 \pm 2$ °C e 71,8% UR. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 7), com dois tipos de sanitização mais controle (O₃-5, O₃-10, AAP) e tempo de prateleira (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), foram utilizado quatro repetições, com 3 frutos cada. Foi avaliado perda de massa, pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), carboidratos e nitrato (NO₃). Frutos mantidos em câmara fria mantiveram o pH constante durante o tempo de armazenamento. Os frutos do maracujazeiro Roxinho do Kênia apresentaram pequenas variações quando armazenados em temperatura de ambiente, diferente dos frutos armazenados em câmara fria, que mantiveram o pH mais baixo e constante. Houve redução dos sólidos solúveis para os frutos armazenados em temperatura de ambiente e refrigerada, com exceção para frutos sanitizados com água ozonizada ao tempo de 10 minutos que apresentou aumento do teor. A mesma tendência foi observada para acidez titulável, no entanto ocorreu aumento do composto para frutos armazenado em ambiente refrigerado e sanitizados em água ozonizadas aos 5 minutos de imersão. No processo de armazenamento em temperatura de ambiente, os carboidratos presentes no maracujá diminuíram independente da sanitização, enquanto que o nitrato apresentou aumento quando sanitizados com água e água ozonizada ao tempo de 5 minutos. Neste estudo, verificou-se que os tratamentos por imersão com

água ozonizada reduziu a vida útil e prejudicou a composição química de maracujá “Roxinho do Kênia” armazenados sob temperatura de ambiente.

PALAVRA-CHAVE: *Passiflora edulis* var. *edulis*, sanitização, ozônio

POST-HARVEST QUALITY OF PURPLE PASSION TREATED WITH OZONATED WATER AND DIFFERENT TIMES OF STORAGE

2. ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the use of ozone in the conservation of physicochemical characteristics of passion fruit 'Roxinho do Kenya' (*Passiflora edulis* var. *Edulis*) stored at ambient temperature and refrigerated. The fruits were divided into three equal groups and subjected to treatment with immersion in the public water supply (AAP) for 5 minutes and in two days of immersion in ozonated water, 5 (O3-5) and 10 (O3-10) minutes. The fruits of each treatment were divided into two sanitization. The first group was stored in a cold room at a temperature of 10 ± 2 ° C and 90% RH, while the second group was stored at ambient temperature to 20.71 ± 2 ° C and 71.8% UR. The statistical design was a completely randomized factorial (3 x 7), with two types of sanitization more the control (O3-5, O3-10, AAP) and shelf life (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days) were used four replicates, each with 3 fruits. We evaluated weight loss, hydrogen potential (pH), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), carbohydrates and nitrate (NO₃). Fruits kept in cold chamber remained the pH constant during the time of storage. The fruit of the passionflower 'Roxinho do Kênia' showed a small variations when stored at ambient temperature, different from the fruit in cold storage, which kept pH lower and constant. There was a reduction of soluble solids in the fruit stored at ambient temperature and refrigerated, except for fruit sanitized with ozonated water at the time of 10 minutes which increased the compound. The same trend was observed for acidity, but it increased the compound for fruits stored under refrigeration and sanitized in ozonated water at 5 minutes of immersion. In the process of storage at ambient temperature, carbohydrates in passion fruit were not influenced by sanitization, whereas the nitrate had increased when sanitized with ozonated water and the time of 5 minutes. In this study, the use of ozonated water in passion fruit kept in cold chamber did not induce changes in titratable acidity, weight loss and hydrogen potential. In this study, it was found that treatment with ozonated water by immersion reducing shelf life and impair the chemical composition of passion fruit "of Kenya Roxinho" stored at ambient temperature.

KEYWORD: *Passiflora edulis* var. *edulis*, sanitation, ozone

3. INTRODUÇÃO

O maracujá roxo ou gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) é nativo da região sul do Brasil e foi amplamente distribuído durante o século 19 para outros países América do Sul, Caribe, Ásia, África, Índia e Austrália. Esta fruta é valorizada não só por seu sabor e aroma, mas também pelo seu conteúdo nutritivo como uma fonte de provitamina A, niacina, riboflavina e ácido ascórbico (PINZÓN et al., 2007).

A comercialização do fruto *in natura* em algumas regiões do Brasil é feita em função do tamanho, aparência e morfologia do fruto. Para a indústria, a classificação é feita pelo rendimento do suco, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH e conteúdo de vitamina C da polpa (CAVALCANTE et al., 2003).

Segundo Brasil (2000), o suco de maracujá deve obedecer aos padrões de identidade e qualidade, apresentando teor mínimo de SS de 11 °Brix; 2,5 ácido cítrico /100g, pH de 2,7 a 3,8 e açúcares totais, com máximo de 18,0 g/100g.

A estabilidade pós-colheita ou vida-de-prateleira de um vegetal é definida como o período de tempo em que o mesmo pode ser conservado sob determinadas condições de temperatura, umidade, luz, etc., sofrendo pequenas alterações, que são consideradas aceitáveis pelo fabricante/produzidor, pelo consumidor e pela legislação

alimentar vigente. Numerosas mudanças podem ocorrer nos alimentos durante o processamento e a estocagem, quando estes são expostos a diferentes condições ambientais, as quais podem desencadear uma série de reações que podem levar a sua degradação e consequente rejeição pelos consumidores (DE MARCHI et al., 2003).

Para a manutenção da qualidade química do fruto após a colheita o principal método é a refrigeração, sendo a eficiência de controle maior quanto mais rápido se realiza o resfriamento após a colheita (SILVEIRA et al., 2005).

Além do armazenamento em ambiente refrigerado, como alternativa de estocagem de alimentos e conservação de hortaliças e frutas para o consumo *in natura*, vários estudos vêm sendo realizados sobre a utilização do ozônio (O₃), que é eficiente na remoção do etileno através de reações químicas, podendo aumentar a vida de prateleira por retardar o processo de amadurecimento de vegetais (SIMÃO; RODRIGUEZ, 2009).

O tratamento com ozônio, tanto na forma líquida quanto gasosa, interfere significativamente na vida útil dos alimentos. Em meio líquido o ozônio é relativamente instável e decompõe-se facilmente na forma de oxigênio molecular. Por este motivo vem ganhando espaço no processamento de alimentos devido ao seu alto poder sanitizante e pela sua rápida degradação, não deixando resíduos nos alimentos tratados permitindo a ingestão de alimentos ozonizados sem riscos à saúde (CHIATONNE et al., 2008).

Diante disso, objetivou-se avaliar a utilização da sanitização com água ozonizada na conservação das características físicas e químicas de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims) armazenados em temperatura ambiente de refrigerada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

Os frutos de maracujázero Roxinho do Kênia foram cultivados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu – SP (Figura 1), com coordenadas geográficas de 22°44” latitude sul e 48°34” longitude oeste, apresentando altitude aproximada de 750 m e o clima local é do tipo mesotérmico, subtropical úmido (Cfa), com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007).



Figura 1. Cultivo do Fruto Roxinho do Kênia na Fazenda São Manuel. Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).

4.2. Caracterização química do solo

As características químicas do solo foram obtidas a partir de 10 sub-amostras na profundidade de 0-20 cm, tiradas aleatoriamente na área experimental. As sub-amostras foram homogeneizadas e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP (Tabelas 1 e 2), pelo método proposto por Raij et al. (2001).

Tabela 1. Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel-SP, 2011.

Prof. m	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al -----	K mmol _c /dm ³	Ca -----	Mg -----	SB -----	CTC -----	V%	S mg/dm ³
0 – 0,2	6,0	4	9	---	11	1,1	15	6	22	33	67	---

Tabela 2. Resultado de análise da amostra de solo para micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel-SP, 2011.

Prof m	BORO	COBRE	FERRO	MANGANÊS	ZINCO
	----- mg/dm ³ -----				
0 – 0,2	0,25	0,5	17	7,0	0,9

4.3. Preparo do solo, adubação e transplantio

O preparo do solo constou de gradagem e correção do solo de acordo com análise química do solo 30 dias antes do transplante das mudas.

As covas foram abertas com 0,40 m de diâmetro e 0,40 m de profundidade no espaçamento de 5 m entre plantas e de 3,5 m entre linhas. A adubação foi realizada com 10 litros de composto e 300 g de NPK 10-10-10. A adubação complementar constou de 30 g de NPK 20-05-20 aos 30, 60 e 90 dias após o transplante.

4.4. Manejo da cultura

As mudas foram plantadas no sistema de espaldeira vertical, conduzidas em fios de arame presos e esticados em estacas a cada cinco metros. A condução da planta consistiu no tutoramento em estacas de bambu e cordões até à altura do arame. Foi realizada a desbrota das gemas laterais no início do desenvolvimento da planta, quando este atingiu a altura ideal foi realizado o desponte da gema apical para a condução de dois ramos laterais.

4.5. Colheita dos frutos

A colheita dos frutos foi realizada em abril de 2012, quando atingiram o ponto de maturação fisiológica, apresentando cor roxo intenso em seguida foram levados para Laboratório de Análises Químicas, do Departamento de Química e Bioquímica- IB/UNESP, Campus Rubião Junior/SP.

4.6. Seleção e Montagem do Experimento em Laboratório

Na seleção, os frutos que apresentaram danos mecânicos, defeitos e sintomas de doenças foram descartados. Em seguida os frutos selecionados foram lavados em água corrente para retirada de resíduos do campo.

Após a seleção, os frutos foram separados em três grupos homogêneos e submetidos aos tratamentos com imersão em água de abastecimento público (AAP) por 5 minutos e em dois tempos de imersão em água ozonizada, 5 (O₃-5) e 10 (O₃-

10) minutos. O equipamento utilizado gera em torno de 1 g de ozônio por litro por segundo, em um tanque de 180 litros (Figura 3A). Em seguida, os frutos de cada tratamento de sanitização foram subdivididos em dois (Figura 3B). O primeiro grupo foi armazenado em câmara fria a temperatura de 10 ± 2 °C e 90% UR, enquanto que o segundo grupo foi armazenado em temperatura de ambiente a $20,71 \pm 2$ °C e 71,8% UR.



Figura 2. Sanitização dos frutos com água ozonizada (A); Separação dos frutos para armazenamento em temperatura de ambiente e câmara fria (B). Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).

4.7. Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3×7), com dois tipos de sanitização mais controle (O_3 -5, O_3 -10, AAP) e tempo de prateleira (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), foram utilizado quatro repetições, com 3 frutos cada.

4.8. Características Avaliadas

Para a obtenção da polpa, os frutos foram cortados com faca de aço inox e submetidos a separação da semente do arilo pressionando contra uma peneira para obtenção do suco.

4.8.1. Perda de massa

Para a obtenção da perda de massa foi utilizada a balança da (Marconi BL 3200H com precisão mínima de 0,01g e máxima de 3200 g). A porcentagem da perda de massa foi obtida a partir da equação:

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

Onde:

PM (%) = perda de massa (%)

PI = peso inicial (g)

PA = peso no dia de avaliação (g)

4.8.2. 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.

4.8.3. 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 grau °Brix de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.8.4. Acidez Titulável (AT)

Foi determinada de acordo com metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), utilizando-se 2 g de amostra homogeneizada e diluída em 100 mL de água deionizada, seguida de titulação com solução padronizada de NaOH a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenóftaleína. Os resultados foram expressos em g do ácido cítrico predominante de cada produto em 100g⁻¹ da amostra.

4.8.5. Nitrato (NO_3)

Para a determinação do nitrato, foi utilizado uma alíquota de 1 ml da amostra de suco que foi colocada no eletrodo seletivo de nitrato do medidor portátil modelo Horiba (Horiba Cardy $\text{NO}_3\text{-N}$ MeterC-141).

4.8.6. Determinação de Carboidratos Totais

Os componentes foram extraídos em banho-maria por 40 minutos a 40°C . A determinação dos açúcares solúveis totais foi efetuada de acordo com o método de Dubois et al. (1956). As leituras foram comparadas com a curva padrão de glicose e os resultados expressos em g de glicose. 100 g^{-1} .

4.9. Análise estatística

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância e foi aplicado o teste de Tukey (1%) para a comparação de médias. Foi realizado análise de regressão dos dados obtidos através do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

Ao longo do armazenamento sob temperatura de ambiente, os frutos controle (AAP) apresentaram vida útil de até 25 dias, enquanto que os frutos sanitizados com água ozonizada para os tempos de 5 e 10 minutos de imersão apresentaram durabilidade inferiores aos 20 e 15 dias de armazenamento, respectivamente (Figura 4). Os frutos submetidos à sanitização com água e água ozonizada e armazenados a 10 °C mantiveram suas características até os 30 dias.



Figura 3. Perda quantitativa de maracujás Roxinho do Kênia armazenados em temperatura de ambiente. Botucatu, FCA-UNESP, 2013. (Foto: Kelly Nunes).

5.1. Perda de Massa

Não houve diferença significativa entre os frutos controle e os sanitizados com água ozonizada nos tempos 5 e 10 minutos de imersão quando armazenados a 20 °C apresentando perda de massa final de 71,54; 62,57 e 63,22% respectivamente (Figura 5). Os frutos armazenados a 10 °C não apresentaram diferença significativa na perda de massa para os tratamentos de sanitização com água e água ozonizada nos tempos 5 e 10 minutos de imersão apresentando valores finais de 50,50; 50,16 e 50,67 respectivamente (Figura 5). A perda de massa durante os dias de análise provavelmente foi devido à desidratação dos frutos à medida que aumentou o período de armazenamento, principalmente em temperatura ambiente.

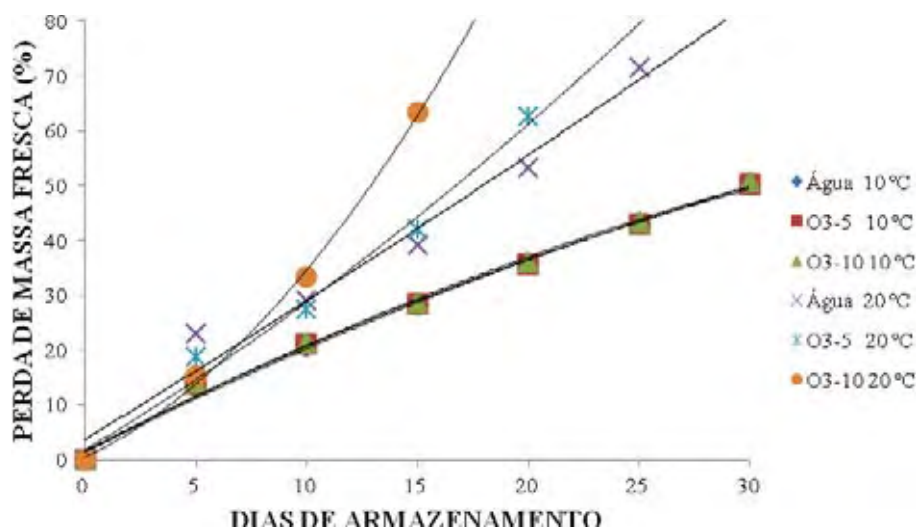


Figura 4. Perda de massa de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 3. Ajustes da perda de massa, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = 0,03x^2 + 2,47x + 3,74$	0,97
	O ₃ -5	$y = 0,03x^2 + 2,42x + 1,81$	0,98
	O ₃ -10	$y = 0,15x^2 + 1,94x + 0,46$	0,99
20 °C	Água	$y = -0,01x^2 + 2,03x + 1,37$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,01x^2 + 2,07x + 1,57$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,02x^2 + 2,091x + 1,61$	0,99

Resultados inferiores foram encontrados por Silva et al. (2009), com maracujá-amarelo revestido com látex de seringueira e cera de carnaúba, que apresentaram perda de massa de 31,5% e 17,9% respectivamente durante 15 dias armazenados em temperatura de ambiente. Campos et al. (2005) empregando tratamento térmico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo, obtiveram menor perda de massa no tratamento sem utilização de agentes térmicos, verificando, no quinto dia de avaliação, perda em torno de 12%. Provavelmente, essa diferença observada pode ser atribuída a espécie estudada.

A perda de massa de matéria fresca que ocorre no armazenamento é considerada fator limitante para a conservação de frutos de maracujá. O fruto apresenta enrugamento da casca devido ao processo de senescência, mesmo com a polpa estando em boas condições para consumo. Para evitar problemas de aceitação no mercado, os frutos devem ser comercializados logo após a colheita, evitando grandes prejuízos para os produtores (SANTOS et al., 2008).

5.2. pH

Os resultados de pH mostram que os frutos do maracujazeiro Roxinho do Kênia apresentaram um significativo aumento com pequenas variações quando armazenados em temperatura ambiente, diferente dos frutos armazenados em câmara fria, que mantiveram o pH constante (Figura 6).

Observou-se interação para os tratamentos e os dias de armazenamento em temperatura ambiente, com aumento dos valores, diferindo a partir do 10º dia para o tratamento controle (água) e a água ozonizada ao tempo de 10 minutos de imersão, chegando a valores finais de 3,46 e 3,30 respectivamente.

Já os frutos armazenados em ambiente refrigerado apresentaram diferença significativa para os tratamentos com água ozonizada 5 e 10 minutos de imersão com valores de 3,26 e 3,27 comparados com os frutos imersos em água apresentando valor inferior de 2,98 aos 30 dias de armazenamento.

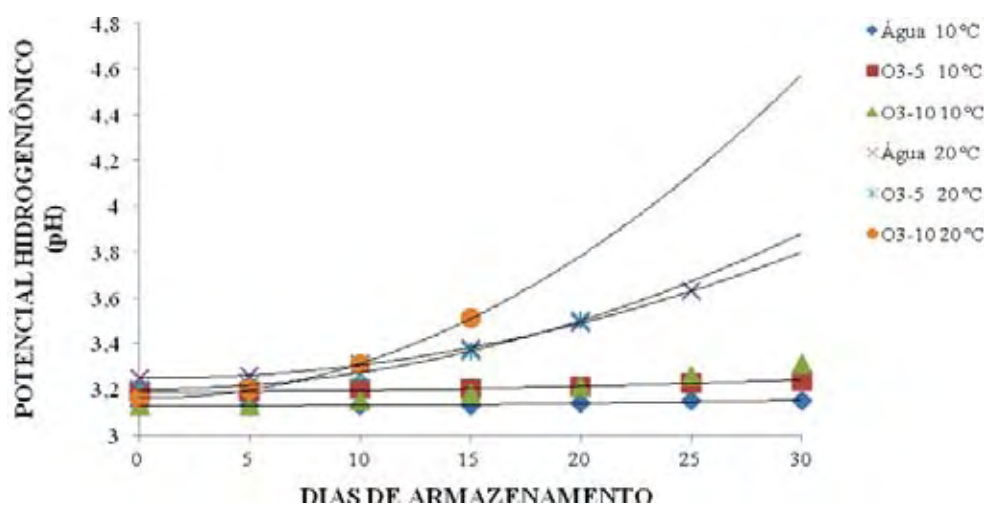


Figura 5. Potencial hidrogeniônico de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 4. Ajustes do potencial hidrogeniônico, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = 3.10^{-05}x^2 - 0,0002x + 3,13$	0,90
	O ₃ -5	$y = 6.10^{-05}x^2 + 2.10^{-15}x + 3,19$	0,98
	O ₃ -10	$y = 0,0002x^2 + 0,0004x + 3,13$	0,99
20 °C	Água	$y = 0,0006x^2 - 0,0007x + 3,23$	0,99
	O ₃ -5	$y = 0,0008x^2 - 0,0004x + 3,20$	0,99
	O ₃ -10	$y = 0,0016x^2 - 0,0008x + 3,16$	0,99

Em polpas de *Passiflora edulis* Sims. f. *edulis* Jimenéz et al. (2011) descrevem valores em torno de 2,77, abaixo dos encontrados em nossa pesquisa. Outros trabalhos também mostram valores de pH inferiores, como os encontrados por Ciaboti et al. (2000) em maracujá-amarelo, cujos valores variaram entre 2,87 e 2,86 para sucos puros e adoçados, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinheiro et al. (2006) em sucos integral de maracujá, com valores médios variando na faixa de 2,72 a 3,17.

Por outro lado, valores próximos aos encontrados neste estudo foram descritos por Janzanti et al. (2012), que descrevem resultados de pH em torno de

3,36 a 3,53 em frutos de maracujá-amarelo cultivados em sistema orgânicos e convencional. Silva et al. (2005) avaliando a qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes estádios de maturação, verificaram a redução do pH para 2,71, aos 52 dias chegando até 2,52, aos 60 dias. Segundo os autores esta redução é devido ao acúmulo de ácidos orgânicos no período de maturação dos frutos. Posteriormente, observaram um suave incremento nos valores de pH até a fase final do amadurecimento, quando atingiu o valor de 2,70, inferior aos nossos resultados.

Os dados obtidos neste estudo mostraram que a sanitização e o armazenamento não interferiram no pH do fruto, alcançando valores ideais dentro das normas estabelecidas pelos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de maracujá (BRASIL, 2000).

5.3. Sólidos Solúveis

Diferença significativa foi observada para os frutos sanitizados com água ozonizada no tempo de 10 minutos e mantidos em temperatura ambiente, apresentando aumento dos teores de sólidos solúveis com valores iniciais de 15,4 °Brix para 16,2 °Brix aos 15 dias de armazenamento (Figura 7). Os demais frutos armazenados a temperatura de ambiente apresentaram redução dos teores de sólidos solúveis, com valores de 15,1 °Brix no início do experimento e 14,8 °Brix no final do tempo de armazenamento para os frutos controle e 16,2 °Brix para 15,38 °Brix, quando sanitizados com AO_3 -5.

Frutos armazenados sob refrigeração não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ao longo do armazenamento. Verificou-se redução de 16,1 °Brix para 13,76 °Brix nos frutos imersos em água ozonizada no tempo de 10 minutos. Frutos tratados com água ozonizada por 5 min também mostraram redução, de 15,8 para 14,6 °Brix e os frutos imerso apenas água apresentaram redução de 15,9 para 14,8 °Brix (Figura 7).

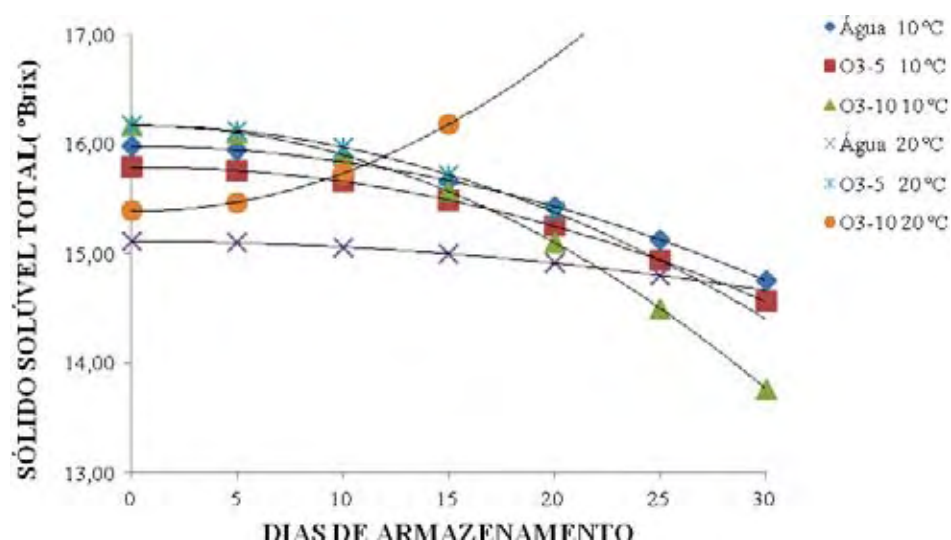


Figura 6. Sólidos solúveis de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 5. Ajustes dos sólidos solúveis, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = -0,0014x^2 - 0,0003x + 15,98$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,0014x^2 + 0,001x + 15,79$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,0027x^2 + 0,0002x + 16,17$	0,99
20 °C	Água	$y = -0,0005x^2 + 4,10^{-05}x + 15,1$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,0019x^2 - 0,0007x + 16,17$	0,99
	O ₃ -10	$y = 0,0036x^2 - 0,0012x + 15,39$	0,99

Valores semelhantes foram encontrados por Jiménez et al. (2011) ao avaliarem o estágio de amadurecimento dos frutos de maracujá Roxinho do Kênia. Os autores verificaram valores de sólidos solúveis de 13,5 °Brix no primeiro estágio; 15,8 °Brix para o segundo estágio e 17,4 °Brix no terceiro estágio de maturação.

Outros estudos mostram valores próximos aos encontrados em nosso estudo, como o estudo de Laboissière et al.(2007), os quais estudando a pressão hidrostática elevada (HHP) sobre as características sensoriais de suco de maracujá-amarelo observaram um valor de 14,5 °Brix. Fischer et al. (2007) também encontraram valores entre 12,4 e 15,6 ° Brix para frutos cultivados em sistema convencional e orgânico, respectivamente.

Vários fatores interferem no teor de sólidos solúveis, o ponto e a época de colheita, assim como, o tempo de armazenamento. Durante o armazenamento, há redução no teor de sólidos solúveis, principalmente em condições ambientais diferentes (FARIAS et al., 2007), semelhante ao observado nesta pesquisa.

Para o mercado de frutos *in natura*, o teor elevado de sólido solúvel é uma característica desejável. Para a indústria, são necessários 11 kg de frutos com SS, entre 11% a 12%, para obtenção de 1kg de suco concentrado a 50 °Brix. Assim sendo, quanto maior o valor de SS, menor será a quantidade de frutos necessários para a concentração do suco. Comparados com os valores citados acima o maracujá roxinho do Kênia quando armazenado em temperatura ambiente e refrigerado apresentam valores elevados para todos os tratamentos e tempo de armazenamento sendo um fruto promissor para consumo *in natura* e para a indústria (NASCIMENTO et al., 2003).

5.4. Acidez Titulável

Ocorreu um decréscimo dos teores de AT para os frutos mantidos em temperatura ambiente ao longo dos dias (Figura 8), com valores de 2,8 a 2,2 g ácido/100g nos frutos tratados apenas com água, 2,9 a 1,4 g ácido/100 g para maracujás sanitizados com água ozonizada por 5 min. e 3,1 a 1,8 g ácido/100 g no tratamento usando água ozonizada por 10 minutos. Por outro lado, não houve variação da acidez titulável durante o tempo de armazenamento do fruto em ambiente refrigerado, mantendo-se constante os valores com 3,1 a 3,2 g ácido/100 g para todos os tratamentos (Figura 8).

A acidez titulável nos frutos de todos os tratamentos foram constante no período de armazenamento em ambiente refrigerado, diferindo do armazenamento dos frutos armazenados em temperatura de ambiente, onde verifica-se uma diminuição gradativa da acidez titulável, com o maior tempo de imersão em água ozonizada.

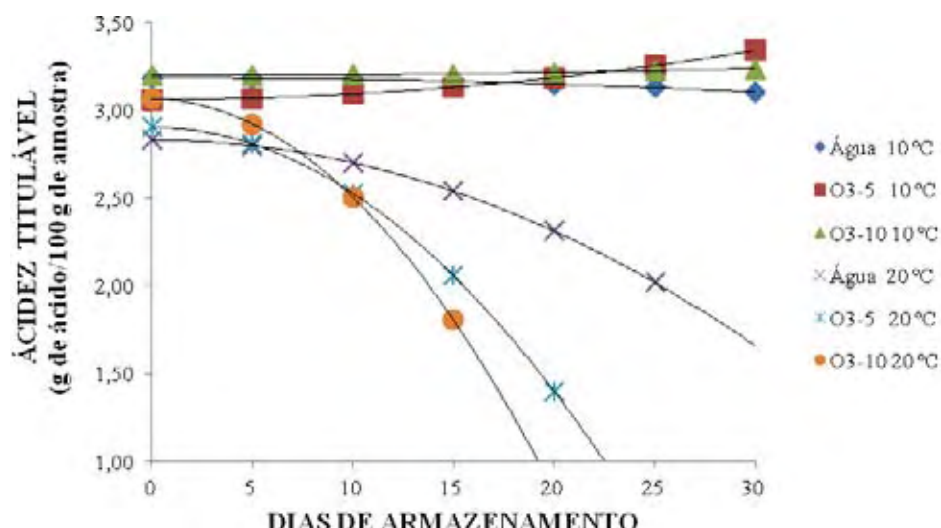


Figura 7. Acidez titulável de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 6. Ajustes da acidez total, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = -9.10^{-05}x^2 - 7.10^{-07}x + 3,19$	0,99
	O ₃ -5	$y = 0,0003x^2 - 6.10^{-06}x + 3,06$	0,99
	O ₃ -10	$y = 4.10^{-05}x^2 + 2.10^{-15}x + 3,20$	0,99
20 °C	Água	$y = -0,001x^2 + 3.10^{-06}x + 2,83$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,003x^2 - 3.10^{-06}x + 2,90$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,006x^2 - 9.10^{-16}x + 3,06$	0,99

Estudos com frutos de maracujá amarelo também mostram redução da acidez titulável ao longo do armazenamento em temperatura ambiente até o oitavo dia em frutos embalados em filme plástico e também tratados com cêra envolvimento em filme plástico (Mota et al., 2006). Segundo estes autores este efeito é atribuído à participação dos ácidos como substratos orgânicos durante a manutenção e a senescência do fruto. O que explica a redução da acidez titulável encontrado neste experimento quando conduzido em temperatura ambiente.

Diferente dos nossos resultados, Silva et al. (1999) observaram decréscimo nos valores de acidez titulável no decorrer do armazenamento em condições de refrigeração a 9°C, quando tratados com fitorreguladores. Nesta pesquisa, observamos valores constantes no decorrer do armazenamento a 10 °C por 30 dias.

5.5. Carboidratos

O teor de carboidrato solúveis dos frutos armazenados em temperatura ambiente (Figura 9) foi constante (4 mg/100g de amostra) até os 20 dias de armazenamento para o tratamento com água, apresentando redução não significativa no ultimo dia de estocagem (3 mg/100g de amostra). Frutos tratados com água ozonizada e armazenados em temperatura ambiente demonstraram decréscimo a partir do 10º dia ao tempo de 5 minutos de imersão (4 a 2 mg/100 g de amostra), para frutos imersos ao tempo de 10 minutos apresentaram decréscimo a partir do 5º dia (4 a 2 mg/100 g de amostra)

No processo do armazenamento em ambiente refrigerado os teores de carboidratos presentes no maracujá também foram constantes, não apresentando grandes alterações (3 a 4 mg/100 g de amostra) para os frutos controle e aquelas imersas em água ozonizada por 5 minutos. Por outro lado, os frutos tratados com água ozonizada por 10 minutos de imersão apresentaram diminuição nos valores ao longo do período (4 a 3 mg/100 g de amostra).

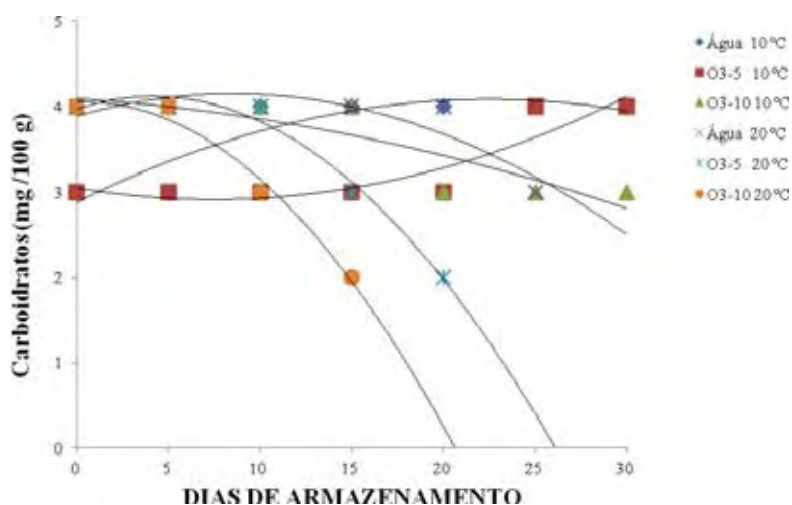


Figura 8. Carboidratos solúveis de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 7. Ajustes da variável carboidrato solúveis, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = -2.10^{-06}x^2 + 0,0001x + 0,003$	0,83
	O ₃ -5	$y = 2.10^{-06}x^2 - 4.10^{-05}x + 0,003$	0,83
	O ₃ -10	$y = -1.10^{-06}x^2 - 1.10^{-05}x + 0,004$	0,78
20 °C	Água	$y = -4.10^{-06}x^2 + 6.10^{-05}x + 0,004$	0,79
	O ₃ -5	$y = -9.10^{-06}x^2 + 7.10^{-05}x + 0,004$	0,98
	O ₃ -10	$y = -1.10^{-05}x^2 + 1.10^{-05}x + 0,004$	0,98

Em maracujá, o teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos ou conversão de ácidos orgânico (SILVA et al., 2009). Jiménez et al. (2011) encontram valores de 13.2; 15.5 e 16.5 expresso em porcentagem para maracujá roxinho do Kênia durante três estágio de maturação do fruto.

O maracujá é um fruto climatérico, porém não apresenta significativa conversão de açúcar após a colheita, sendo seu teor de açúcar obtido praticamente da translocação de fotossintatos quando ainda está ligado à planta (FARIAS et al., 2007). Os açúcares redutores e não redutores e substratos orgânicos em maracujá são consumidos pelo processo de respiração e manutenção dos frutos ao longo do período de armazenamento (SILVA et al., 2009). Em nosso estudo o consumo dos teores de carboidratos foram mais expressivos no armazenamento em temperatura ambiente, com diminuição dos teores a partir do 5º dia, principalmente para frutos sanitizados com água ozonizada por 10 minutos de imersão, seguido da sanitização com água ozonizada por 5 minutos e por último, pelos frutos controle que manteve por mais tempo os teores. O mesmo foi observado para o armazenamento em câmara fria com frutos sanitizados com água ozonizada ao 10 minutos de imersão, enquanto que, para os frutos sanitizados com água e água ozonizada ao 5 minutos de imersão ocorreu o aumento dos carboidratos.

5.6. Nitrato

Os frutos imersos em água e água ozonizada por 5 minutos apresentaram tendência de aumento no teor de nitrato (Figura 10) durante o período de armazenamento em temperatura ambiente com valores iniciais de 415,98 e 218,67 mg/L⁻¹ e

no final do experimento, com variações de 717,84 mg/L⁻¹ e 784,88 mg/L⁻¹, respectivamente. Frutos sanitizados com água ozonizada por 10 minutos sofreram decréscimo no teor de nitrato no período de armazenamento, apresentando valores iniciais de 341,43 mg/L⁻¹ e ao final do armazenamento, atingiu o teor de 276,68 mg/L⁻¹.

Os frutos armazenados em câmara fria apresentaram diminuição do teor de nitrato durante o período de armazenamento nos tratamentos controle e água ozonizada ao tempo de 10 minutos. O conteúdo de nitrato na polpa do fruto foi na ordem de 413,91 e 488,32 mg/L⁻¹ no início da avaliação e 230,91 e 112,21 mg/L⁻¹ ao final do armazenamento, respectivamente. Maracujá sanitizados com água ozonizada por 5 minutos apresentaram valores crescentes para a variável com média inicial de 344,76,67 mg/L⁻¹ e final de 490,81mg/L⁻¹, indicando que o ozônio interferiu no teor de nitrato dos frutos (Figura 10).

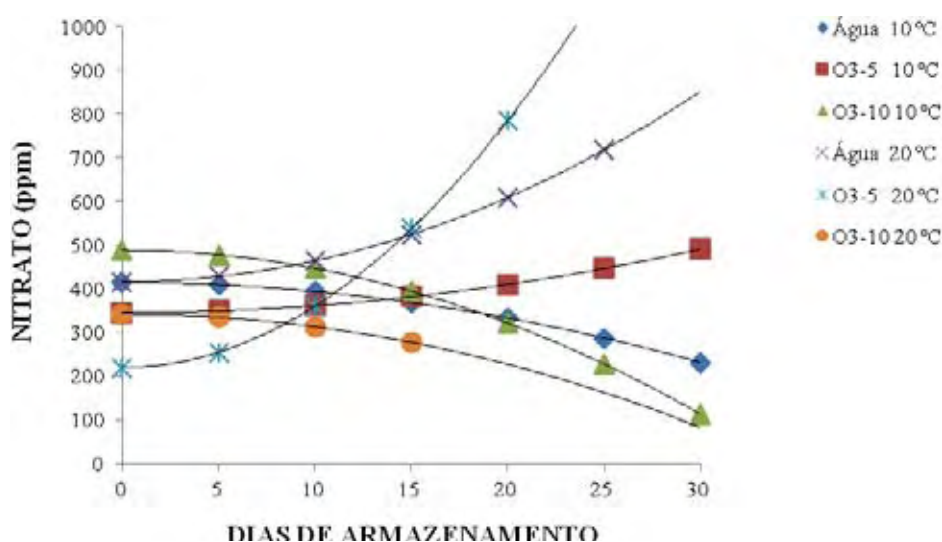


Figura 9. Nitrato de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 8. Ajustes do nitrato, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (r). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	r^2
10 °C	Água	$y = -0,20x^2 - 0,0011x + 413,91$	0,99
	O ₃ -5	$y = 0,16x^2 - 0,0002x + 344,76$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,42x^2 - 0,0001x + 488,32$	0,99
20 °C	Água	$y = 0,48x^2 + 0,0005x + 415,98$	0,99
	O ₃ -5	$y = 1,4155x^2 - 0,0005x + 218,67$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,2877x^2 - 0,0011x + 341,43$	0,99

Segundo Chung et al. (2004), em ambiente refrigerado, a enzima redutase do nitrato mostra baixa atividade em função da baixa temperatura. Em hortaliças armazenadas à temperatura ambiente, os autores observaram aumento significativo do nível de nitrito e redução do nível de nitrato após o quarto dia. Em nosso estudo, a manutenção dos maracujás em câmara fria, com exceção dos tratados com água ozonizada por 5 minutos, mostraram tendência diferente da descrita pelos autores.

Os vegetais são fontes naturais de nitrato, composto utilizado como fonte de nitrogênio para o crescimento das plantas. Estima-se que os vegetais, em particular os verdes folhosos, contribuam com mais de 70% do nitrato total ingerido. No entanto, as concentrações normais de nitrato e nitrito nos alimentos naturais dependem do uso de fertilizantes e das condições nas quais os alimentos são cultivados, colhidos e armazenados (SANTOS, 2006).

Segundo a FAO/WHO 24, a ingestão diária aceitável (IDA) de nitrato é de 5 mg/Kg de peso corpóreo. Dessa forma, uma pessoa de 70 Kg, por exemplo, poderia ingerir no máximo 350 mg de nitrato por dia. Os níveis de nitratos encontrados em nossos estudos para o maracujá roxinho do Kênia, armazenados em temperatura ambiente e refrigerado, estão dentro dos limites estabelecidos pela FAO e o uso da água ozonizada por 10 minutos não influenciou no teor deste composto.

6. CONCLUSÃO

Os tratamentos por imersão com água ozonizada reduziu a vida útil e prejudicou a composição química de maracujá “roxinho do Kênia” armazenados sob temperatura de ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Instrução normativa nº1, de 7 de janeiro de 2000. Estabelece o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário oficial da República Federativa do Brasil**, 2000.

CAMPOS, A. J. de; MANOEL, L.; DAMATTO JÚNIOR, E. R.; VIEITES, R. L.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R. M. Tratamento hidrotérmico na manutenção da qualidade pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 3, p. 383-385, dec. 2005.

CAVALCANTE, L. F.; ANDRADE, R.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, S. de M.; OLIVEIRA, M. R. T. DE; ARAÚJO, F. A. R. de; CAVALCANTE, Í. H. L. Caracterização qualitativa de frutos do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em função da salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 1, p. 39-45, 2003.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C.. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p. 341-349, jul./set. 2008.

CHUNG J. C; CHOU S. S; HWANG D. F. Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. **Food Additives and Contaminants**, v.21, p.317-322, 2004.

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.2, n.1, p.51-60, 2000.

DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; CARDELLO, H. M. A. B.. Avaliação da Vida-de-Prateleira de um Isotônico Natural de Maracujá (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.) *Brazilian Journal of Food Technology*, v.6, n.2, p. 291-300, jul./dez., 2003.

DUBOIS, M.; GILLES, K. M. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. *Analytical Chemistry*, v. 28, n. 3, 1956.

FAO/WHO. **Basic texts on food hygiene**. Roma: Codex Alimentarius Commission. 57p. 1997.

FARIAS, J. F. de; SILVA, L. J. B. da; ARAÚJO NETO, S. E. de; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá-amarelo comercializado em rio branco, Acre. *Revista Caatinga*, 2007.

FISCHER, I. H.; ARRUDA, M. C. de; ALMEIDA, A. M. de; GARCIA, M. J. de M.; JERONIMO, E. M.; PINOTTI, R. N.; BERTANI, R. M. de A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita Em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 2, p. 254-259, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: IMESP, 2008.

JANZANTTI, N. S. ; MACORIS, M. S.; GARRUT, D. S.; MONTEIRO, M. Influence of the cultivation system in the aroma of the volatile compounds and total antioxidant activity of passion fruit. *Food Science and Technology*, v. 46, p. 511-518, 2012.

JIMÉNEZ, A. M.; SIERRA, C. A.; RODRÍGUEZ-PULIDO, F. J.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J.; OSORIO, C. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. fo *edulis*) fruit from Colombia during the ripening. *Food Research International*, v. 44, p. 1912–1918, 2011.

LABOISSIÈRE, L.H.E.S.; DELIZA, R.; BARROS-MARCELLINI A.M.; ROSENTHAL, A. ; CAMARGO, L.M.A.Q.; JUNQUEIRA, R.G. Effects of high hydrostatic pressure

(HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 2007.

MOTA, W. F. da; SALOMÃO, L. C. C.; NERES, C. R. L.; MIZOBUTSI, G. P.; NEVES, L. L. de M.. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 190-193, Agosto 2006.

NASCIMENTO, W.M.O.; TOMÉ, A. T.; OLIVEIRA, M. do S. P. de; MÜLLER, C. H.; CARVALHO, J. E. U.de. Seleção de progênies de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) quanto à qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.186-188, 2003.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, 2007.

PINHEIRO, A. C. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; LIMA, L. C. Influência do CaCl₂ sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 1, p. 32-36, 2006.

PINZÓN, I. M. D. P.; FISCHER, G.; CORREDOR, G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). **Agronomía Colombiana**, v. 25, n.1, p. 83-95, 2007.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, p. 285, 2001.

SANTOS, C. E. M. dos; LINHALES, H.; MAGALHÃES, L. L.; CARRARO, P. de C. S.; SILVA, J. O. da C.; BRUCKNER, C. H. Perda de massa fresca dos frutos em progênies de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 219-222, 2008.

SANTOS, M. A. T. dos. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294-301, mar./abr., 2006.

SILVA, T. V.; RESENDE, E. D. de ; VIANA, A. P.; ROSA, R. C. C.; PEREIRA, S. M. de F.; CARLOS, L. de A.; VITORAZI, L. Influência dos estádios de maturação na qualidade do suco do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 472-475, Dezembro, 2005.

SILVA, A.P.; DOMINGUES, M.C.; VIEITES, R.L.; RODRIGUES, J.D. Fitorreguladores na conservação pós-colheita do maracujá-doce (*Passiflora alata* Dryander) armazenado sob refrigeração. **Ciência Agrotécnica**, v.23, n.3, p.643-649, 1999.

SILVA, L. J. B.; SOUZA, M. L.; ARAUJO NETO, S. E.; MORAIS, A. P. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.31, n.4, p. 995-1003. 2009.

SILVEIRA, N. S. S. et al. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Caatinga**, v. 18, n. 4, p. 283-299, 2005.

SIMÃO, R.; RODRÍGUEZ, T. D. M.. Utilização do ozônio no tratamento pós-colheita do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Revista de Estudos Sociais** - ano 11, n. 22, v. 2. p. 115-124. 2009.

SISVAR. **Sistema para análise de variância, para Windows**. Versão 4.3. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DA SANITIZAÇÃO COM OZÔNIO EM COMPOSTOS ANTIOXIDANTES DE MARACUJA (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims) DURANTE O ARMAZENAMENTO

1. RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a influência do armazenamento (temperatura de ambiente e refrigerada) e o efeito do ozônio em alguns compostos com potencial antioxidante em frutos de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims). Os frutos foram separados em três grupos homogêneos e submetidos aos tratamentos com imersão em água de abastecimento público (AAP) por 5 minutos e em dois tempos de imersão em água ozonizada, 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos. Os frutos de cada tratamento de sanitização foram subdivididos em dois. O primeiro grupo foi armazenado em câmara fria a temperatura de 10 ± 2 °C e 90% UR, enquanto que o segundo grupo foi armazenado em temperatura de ambiente a $20,71 \pm 2$ °C e 71,8% UR. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 7), com dois tipos de sanitização mais controle (O₃-5, O₃-10, AAP) e tempo de prateleira (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), foram utilizado quatro repetições, com 3 frutos cada. Foram avaliados os teores de carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides, ácido ascórbico e o potencial antioxidante (DPPH). Os frutos armazenados em temperatura ambiente apresentaram decréscimo dos valores para carotenoides, sendo mais acentuado nos tratamentos com água ozonizada, enquanto que os frutos tratados com água ozonizada e armazenados em câmara fria apresentaram leve aumento dos teores de carotenoides. Os compostos fenólicos foram influenciados pelos tratamentos com água ozonizada mantidos em temperatura ambiente apresentando redução. Os flavonoides apresentaram aumento quando sanitizado com água ozonizada nos dois tempos armazenados em temperatura refrigerada e decréscimo para os frutos armazenados em temperatura ambiente. Os teores de antioxidantes em câmara fria tenderam a permanecerem estáveis em todos os tratamentos nos dois tipos de armazenamento. Em temperatura ambiente houve redução destes compostos quando sanitizados em água ozonizada. Pequenas variações foram observadas para ácido ascórbico durante o tempo de armazenamento em temperatura de ambiente e refrigerada, apresentando diminuição do ácido ascórbico em frutos sanitizados com água ozonizada ao tempo de 5 minutos. Os frutos armazenados em temperatura de ambiente apresentaram diminuição das atividades

antioxidantes quando sanitizados com água ozonizada nos dois tempos de imersão. Diante dos resultados obtidos, observou-se que os tratamentos por imersão com água ozonizada, reduzindo a vida útil e prejudicando a composição bioquímica de carboidratos, flavonóides, fenois, nitrato, carboidratos e atividade antioxidante em frutos de maracujá “Roxinho do Kênia” armazenados sob temperatura ambiente.

PALAVRA-CHAVE: Antioxidantes, gulupa, ozônio

INFLUENCE OF SANITIZATION WITH OZONE IN ANTIOXIDANT COMPOUNDS OF PURPLE PASSION FRUIT (*Passiflora edulis* var. *eEdulis* Sims) DURING THE POST-HARVEST

2. ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of storage (ambient and refrigerated temperature) and the effect of ozone on some compounds with antioxidant potential in passion fruits 'Roxinho do Kenya' (*Passiflora edulis* var. *Edulis*). The fruits were divided into three equal groups and subjected to treatment with immersion in the public water supply (AAP) for 5 minutes and in two days of immersion in ozonated water, 5 (O3-5) and 10 (O3-10) minutes. The fruits of each treatment of sanitization were divided in two. The first group was stored in a cold chamber at temperature of 10 ± 2 ° C and 90% RH, while the second group was stored at ambient temperature to 20.71 ± 2 ° C and 71.8% RH. The statistical design was a completely randomized factorial (3 x 7), with two types of sanitization more the control (O3-5, O3-10, AAP) and shelf life (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days) were used four replicates, each with 3 fruit. It was evaluated the levels of carotenoids, phenolic compounds, flavonoids, ascorbic acid and antioxidant potential (DPPH). The fruits stored in ambient temperature presented decreased for carotenoids, being more pronounced in treated with water ozonized, while the fruits treated with ozonized water and in cold storage showed a slight increase in the levels of carotenoids. Phenolic compounds were affected by treatments with ozonized water maintained at ambient temperature. The flavonoids increased when sanitized with ozonized water in two stages and stored in refrigerated temperature, but decrease for fruits stored in ambient. The levels of antioxidants in cold chamber were stable in all treatments to two types of storage. At ambient temperature these compounds reduced in sanitized with ozonated water. Small variations were observed for ascorbic acid during storage time at ambient and refrigerated temperature, showing decrease of ascorbic acid in fruit sanitized with ozonized water to time 5 minutes. The fruits stored at ambient temperature showed a decrease of antioxidant activity when sanitized with ozonized water in both immersion times. Considering the results obtained, it is observed that treatment with immersion of ozonated water reducing the life and damaging biochemical composition of carbohydrates, flavonoids, phenols,

nitrate, carbohydrates and antioxidant activity in passion fruits "Roxinho of Kênia" stored under ambient temperature.

KEYWORD: Antioxidants, gulupa, ozone

3. INTRODUÇÃO

O maracujá, fruto nativo das Américas Central e do Sul, é cultivado em países de climas subtropical e tropical. Apenas o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e o maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims) são cultivados comercialmente, apesar de várias espécies serem conhecidas. O Brasil, mesmo sendo um dos maiores produtores de frutas do mundo, tem participação ainda muito pequena no mercado internacional. Da produção brasileira de maracujá, 53% é destinada ao consumo interno *in natura* e 46% para a indústria de sucos e derivados (BRIGNANI NETO, 2002).

O desperdício de vegetais para o consumo *in natura* durante o processo de armazenamento é uma preocupação constante no setor alimentício do país. Os grandes centros de abastecimento contam com a utilização de câmaras frias para manter produtos frescos para o consumo (SIMÃO; RODRIGUEZ, 2009).

O armazenamento em baixas temperaturas vem sendo considerado como um dos métodos mais eficientes para se manter a qualidade de produtos hortifrutícolas, pois reduz a respiração, transpiração, produção de etileno responsável pelo amadurecimento, senescência, utilizadas a fim de retardar as ações enzimáticas e

químicas e também retardar ou mesmo inibir o crescimento e atividade microbiana nos alimentos (KLUGE et al., 1999; SILVA, 2000).

A utilização de tratamento pós-colheita como ozônio visa prolongar a conservação de frutas e hortaliças, preservando os atributos sensoriais dos produtos além de não deixar resíduos tóxicos nos produtos. O ozônio melhora a qualidade e realça o sabor da maioria dos alimentos perecíveis, pois oxida os pesticidas e neutraliza os gases de amônia e etileno produzidos durante os processos de amadurecimento e decomposição o que assegura maior tempo de armazenamento e vida útil dos alimentos (CHIATTONE et. al., 2008).

O ozônio quando em contato com água apresenta-se instável e de rápida decomposição à temperatura ambiente. Por não deixar resíduos tóxicos e por apresentar alto poder oxidante, vem sendo utilizado nas indústrias no sistema de sanitização na lavagem de frutas e hortaliças, prolongando a vida de prateleira destes produtos (BELTRÁN et al., 2005).

A aplicação do ozônio tem sido indicada na forma da injeção de gás em câmara fria para eliminação do odor promovendo a desinfecção do local, na fumigação ou aspersão de água ozonizada para sanitização de produtos hortícolas. No entanto, poucos estudos são realizados quanto a aplicação de água ozonizada e o seu efeito nas propriedades bioquímicas destes produtos e suas alterações quando armazenados por um longo período. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do armazenamento (temperatura ambiente e refrigerada) e o efeito do ozônio em alguns compostos com propriedades antioxidantes dos frutos de maracujá Roxinho do Kênia (*Passiflora edulis* var. *edulis* Sims).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

Os frutos foram cultivados na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção São Manuel, município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu – SP, com coordenadas geográficas de 22°44’ latitude sul e 48°34’ longitude oeste, altitude aproximada de 750 m e o clima local é do tipo mesotérmico, subtropical úmido (Cfa), com estiagem na época de inverno (PEEL et al., 2007).

4.2. Caracterização química do solo

As características químicas do solo foram obtidas a partir de 10 sub-amostras na profundidade de 0-20 cm, tiradas aleatoriamente na área experimental. As sub-amostras foram homogeneizadas e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo, da FCA/UNESP (Tabelas 1 e 2), pelo método proposto por Raij et al. (2001).

Tabela 1. Resultado de análise das amostras de solo para macronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel-SP, 2011.

Prof. m	pH CaCl ₂	M.O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al -----	K mmol _c /dm ³	Ca -----	Mg mmol _c /dm ³	SB -----	CTC -----	V%	S mg/dm ³
0 – 0,2	6,0	4	9	---	11	1,1	15	6	22	33	67	---

Tabela 2. Resultado de análise da amostra de solo para micronutrientes da área experimental obtida para a profundidade de 0-0,2 m, São Manuel-SP, 2011.

Prof m	BORO -----	COBRE -----	FERRO mg/dm ³	MANGANÊS -----	ZINCO -----
0 – 0,2	0,25	0,5	17	7,0	0,9

4.3. Prepara do solo, adubação e transplântio

O preparo do solo constou de gradagem e correção do solo de acordo com análise química do solo 30 dias antes do transplante das mudas.

As covas foram abertas com 0,40 m de diâmetro e 0,40 m de profundidade no espaçamento de 5 m entre plantas e de 3,5 m entre linhas. A adubação foi realizada com 10 litros de composto e 300 g de NPK 10-10-10. A adubação complementar constou de 30 g de NPK 20-05-20 aos 30, 60 e 90 dias após o transplântio.

4.4. Manejo da cultura

As mudas foram plantadas no sistema de espaldeira vertical, conduzidas em fios de arame presos e esticados em estacas a cada cinco metros. A condução da planta consistiu no tutoramento em estacas de bambu e cordões até à altura do arame. Foi realizada a desbrota das gemas laterais no início do desenvolvimento da planta, quando este atingiu a altura ideal foi realizado o desbaste da gema apical para a condução de dois ramos laterais.

4.5. Colheita dos frutos

A colheita dos frutos foi realizada em abril de 2012, quando atingiram o ponto de maturação fisiológica (cor roxo intenso) em seguida levados para

Laboratório de Análises Químicas, do Departamento de Química e Bioquímica-IB/UNESP, Campus Rubião Junior/SP.

4.6. Seleção e Montagem do Experimento em Laboratório

Na seleção, os frutos que apresentaram danos mecânicos, defeitos e sintomas de doenças foram descartados. Em seguida os frutos selecionados foram lavados em água corrente para retirada de resíduo do campo.

Após a seleção, os frutos foram separados em três grupos homogêneos e submetidos aos tratamentos com imersão em água de abastecimento público(AAP) por 5 minutos e em dois tempos de imersão em água ozonizada, 5 (O3-5) e 10 (O3-10) minutos. O equipamento utilizado gera em torno de 1 g de ozônio por litro por segundo, em um tanque de 180 litros (Figura 3B). Em seguida, os frutos de cada tratamento de sanitização foram subdivididos em dois (Figura 3A). O primeiro grupo foi armazenado em câmara fria a temperatura de 10 ± 2 °C e 90% UR, enquanto que o segundo grupo foi armazenado em temperatura de ambiente a $20,71 \pm 2$ °C e 71,8% UR.

4.7. Delineamento Experimental

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3 x 7), com dois tipos de sanitização mais controle (AAP, O3-5, O3-10) e tempo de prateleira (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), foram utilizado quatro repetições, com 3 frutos cada.

4.8. Características Avaliadas

Para a obtenção da polpa, os frutos foram cortados com faca de aço inox e submetidos a separação da semente do arilo pressionando contra uma peneira para obtenção do suco.

4.8.1. Pigmentos

A quantificação de carotenoides e clorofilas (*a* e *b*) foi determinada segundo o método proposto por Sims e Gamon (2002). A amostra foi pesada em tubos de ensaios e homogeneizada com acetona tamponada Tris 80%; pH 7,8. Após centrifugação (5 minutos a 2000 rpm, 4° C), foi retirado o sobrenadante para determinação dos teores de carotenoides e clorofilas. O cálculo foi realizado de acordo com as equações expresso em mg/100g.

$$\text{Clo A: } 0,01373 A_{663} - 0,000897 A_{537} - 0,003046 A_{647}$$

$$\text{Clo B: } 0,02405 A_{647} - 0,004305 A_{537} - 0,005507 A_{663}$$

$$\text{Antocianina: } 0,08173 A_{537} - 0,00697 A_{647} - 0,002228 A_{663}$$

$$\text{Carotenoides: } \frac{(A_{470} - (17,1 \times (\text{Clo A} + \text{Clo B}) - 9,479 \times \text{Antocianina}))}{119,26}$$

4.8.2. Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foram determinados segundo o método de Singleton et al. (1999). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 725 nm de absorbância e os resultados foram expressos em g 100g⁻¹ conforme curva de calibração de ácido gálico.

4.8.3. Determinação de Flavonoides

Os flavonóides foram quantificados de acordo com a metodologia de Santos; Blatt (1998) e Awad et al. (2000). Os flavonóides foram extraídos com metanol acidificado a 10% (85 v:15 v) e levado para banho ultra-sônico . Após adição de cloreto de alumínio 5% (peso: volume), foi submetidos a centrifugação por 20 minutos a 10.000 rpm , a 5 °C. A leitura foi realizada a 425 nm de absorbância, os resultados foram comparados a curva padrão. Os valores foram expressos em mg de flavonóides totais 100g⁻¹ massa fresca equivalente de rutina.

4.8.4. Ácido Ascórbico

A quantidade de ácido ascórbico dos frutos foi determinado por titulometria, onde 2 g de polpa foram homogeneizadas em 30 mL de ácido oxálico 1% e posteriormente titulado com 2,6 diclorofenól-indolfenól de sódio 2% (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

4.8.5. Potencial Antioxidante (DPPH)

1g do suco foi misturado a 300 µL de solução etanólica de DPPH• e após 60 minutos de incubação à temperatura ambiente foi realizado a leitura. A absorbância da solução etanólica de DPPH• foi medida a 517 nm com amostra do suco. Os resultados foram expressos em capacidade antioxidante equivalente de TROLOX- TEAC em µm /g de amostra conforme curva padrão (BRAND-WILLIAMS et al., 1995).

4.9. Análise Estatística

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância e foi aplicado o teste de Tukey (1%) para a comparação de médias. E foi realizado análise de regressão para os dados obtidos através do programa SISVAR (FERRERIA, 2000).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Ao longo do armazenamento sob temperatura de ambiente, os frutos controle (AAP) apresentaram vida útil de até 25 dias, enquanto que os frutos sanitizados com água ozonizada para os tempos de 5 e 10 minutos de imersão apresentaram durabilidade inferiores aos 20 e 15 dias de armazenamento, respectivamente. Os frutos submetidos à sanitização com água e água ozonizada e armazenados a 10 °C mantiveram suas características até os 30 dias.

5.1. Carotenóides Totais

Comparando as quantidades de carotenoides dos maracujás durante o período de armazenamento em temperatura ambiente (Figura 1), observa-se decréscimo dos valores, sendo mais acentuado nos tratamentos com ozônio.

Os frutos tratados com água ozonizada e armazenados em câmara fria mantiveram os teores de carotenoides, isto é, os teores variaram de 3,23 a 3,29 mg/100g no uso de água ozonizada com 5 minutos de imersão e 3,34 a 3,23 mg/100g no

tempo de 10 minutos de imersão, enquanto que aqueles imersos apenas em água, apresentaram aumento dos carotenoides (2,9 a 3,97 mg/100g).

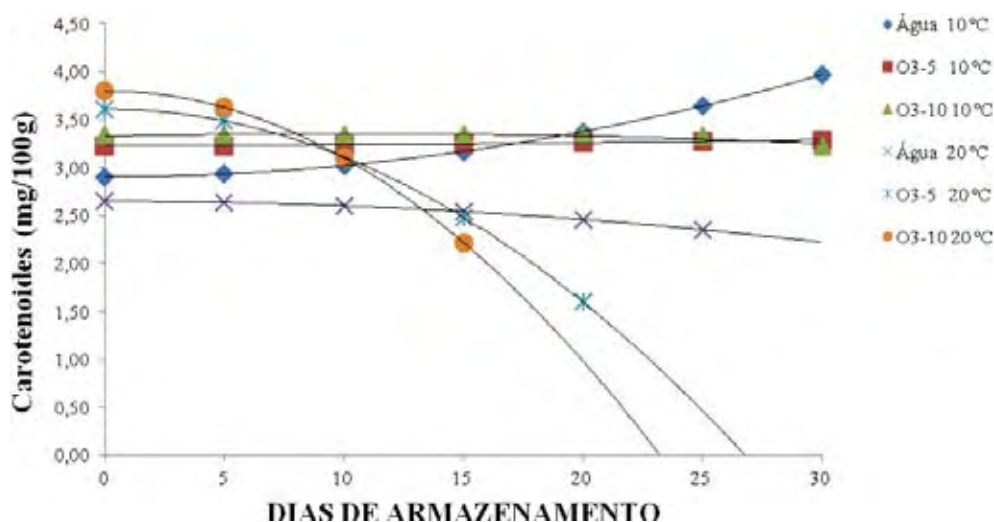


Figura 1. Carotenoides totais de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 3. Ajustes dos carotenoides, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = 0,0012x^2 - 0,0001x + 2,90$	0,99
	O ₃ -5	$y = 5.10^{-05}x^2 + 0,0006x + 3,23$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,0003x^2 + 0,0054x + 3,33$	0,79
20 °C	Água	$y = -0,0005x^2 - 0,0002x + 2,65$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,0051x^2 + 0,0005x + 3,61$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,0071x^2 + 0,0011x + 3,80$	0,99

Pesquisas mostram a influência do armazenamento refrigerado na manutenção de compostos com potencial antioxidante. Talcott et al. (2003) estudando a composição fitoquímica e antioxidante de maracujá amarelo, verificaram perdas de carotenos durante os primeiros 14 dias de armazenamento em temperatura refrigerada, permanecendo os valores constantes até os 28 dias de observação. Segundo os autores ainda não há estudos que demonstrem a estabilidade dos carotenoides durante o processamento ou armazenamento dos frutos. Em nosso estudo, não ocorreram perdas de carotenoides durante o armazenamento em câmara fria, apenas o tratamento usando ozônio

induziu diminuição em relação ao controle. Em temperatura ambiente os frutos apresentaram diminuição dos níveis dos compostos, principalmente aqueles tratados com água ozonizada nos dois tempos de imersão. Este efeito do ozônio sobre o nível de carotenoides também foi verificado por outros autores, como o estudo de Sakaki; Kondo (1983), que relatam a destruição de clorofila e carotenoides em folhas de espinafre. Em nosso estudo, o uso da água ozonizada pode ter contribuído para diminuição dos teores, porém à temperatura ambiente, não favorável a manutenção das características bioquímicas, pode ter também contribuído para esse efeito.

Em solução, o ozônio se decompõe formando radicais livres, como superóxidos, hidroxilas (HOIGNE; BADER, 1975). Outros estudos mostram a formação de radical cátion β -caroteno (CATALDO, 1996), o qual tem ação similar a um radical livre e oxida compostos similares (HENRY et al., 2000). Esse estudo pode explicar a maior degradação de carotenoides quando submetido a tratamento com água ozonizada. Essa degradação dos carotenoides observada em tratamentos com água ozonizada e temperatura ambiente influencia a capacidade antioxidante total dos frutos estudados.

5.2. Compostos Fenólicos

A Figura 2 mostra interação entre os tratamentos e tempo de armazenamento em temperatura ambiente nos 10º e 15º dias de observação. Os frutos apresentaram variações nos fenóis totais durante o tempo de estocagem. Houve influência do tratamento com água ozonizada nos frutos mantidos em temperatura ambiente. A imersão em água ozonizada por 5 e 10 minutos, promoveu diminuição dos fenóis totais solúveis de 57,7 e 60,8%, respectivamente.

Em todos os demais tratamentos, independente do uso da água ozonizada da temperatura, ocorreu aumento dos níveis de fenóis com o tempo de armazenamento.

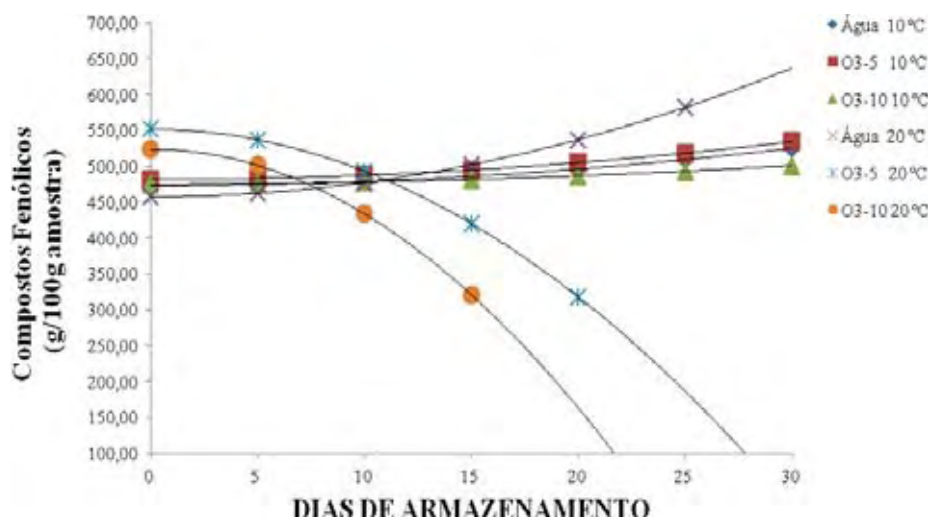


Figura 2. Compostos fenólicos de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 4. Ajustes dos compostos fenólicos, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = 0,06x^2 - 0,0002x + 472,56$	0,99
	O ₃ -5	$y = 0,06x^2 - 0,0002x + 481,36$	0,99
	O ₃ -10	$y = 0,03x^2 + 3E-13x + 474,87$	0,99
20 °C	Água	$y = 0,20x^2 + 0,0001x + 457,18$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,58x^2 + 551,38$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,90x^2 + 0,0009x + 523,57$	0,99

Alguns relatos encontrados mostram que os fenóis podem sofrer alterações durante a pós-colheita. Severo et al. (2010) observaram aumento do teor de fenóis totais após a colheita em frutos mantidos em atmosfera modificada passiva (AMP) em temperatura refrigerada e de ambiente. Relatam que o teor de compostos de origem fenólica após a colheita, podem apresentar aumento, diminuição e também comportamentos irregulares, fato que poder ser relacionado a estresses bióticos e abióticos, que induzem o metabolismo secundário do fruto, podendo também ser afetadas pela temperatura. Em nosso estudo, o uso da água ozonizada mais a condição de temperatura ambiente, não foram favoráveis ao armazenamento de maracujá dessa variedade.

Observa-se que os frutos de maracujá roxinho do Kênia apresentam valores superiores de fenóis quando comparado com os dados relatados para polpa de

maracujá amarelo por Melo et al. (2008), que descrevem valores em polpas de frutas congeladas de 77,06 mg/ 100g.

Os compostos polifenólicos são componentes importantes em muitas frutas e hortaliças, e sua quantificação pode dar informações vitais relativas ao funcionamento antioxidante, na qualidade dos alimentos, e os potenciais benefícios a saúde (TALCOTT et al., 2003).

5.3. Flavonoides Totais

Os flavonoides diferiram significativamente ($P>0,01$) somente no 5º dia de observação para a interação entre tratamento e tempo de armazenamento a temperatura ambiente. Como ocorreu para os fenóis totais, os tratamentos com água ozonizada nos frutos e a sua manutenção em temperatura ambiente, promoveram diminuição nos teor de flavonóides totais quando comparado com a sanitização com água. Para os frutos armazenados em temperatura refrigerada observa-se aumento dos flavonóides ao longo dos dias, com interação significativa entre os tratamentos, apresentado valores no dia da colheita de 1,21; 1,25 e 1,24 mg/100 g e de 12,4; 9,6 e 8% ao final da observação para os tratamento usando apenas água, água ozonizada ao tempo de 5 e 10 minutos de imersão, respectivamente (Figura 3).

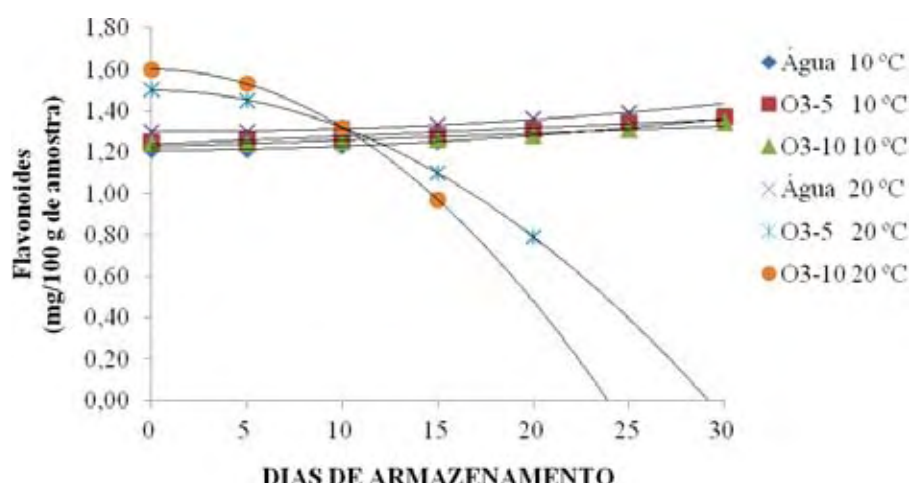


Figura 3. Flavonoides total de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 5. Ajustes dos flavonoides, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (r). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	r^2
10 °C	Água	$y = 0,0002x^2 + 0,0006x + 1,21$	0,99
	O ₃ -5	$y = 0,0001x^2 + 0,0006x + 1,25$	0,99
	O ₃ -10	$y = 0,0001x^2 - 0,0005x + 1,24$	0,99
20 °C	Água	$y = 0,0002x^2 - 0,0004x + 1,30$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,0017x^2 - 0,0005x + 1,50$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,0028x^2 - 4.10^{-16}x + 1,60$	0,99

Na literatura, o uso do ozônio tem mostrado efeitos diversos sobre o teor de compostos fenólicos, inclusive dos flavonoides. Rodoni et al. (2010) relatam que a exposição de tomates ao ozônio na forma de gás, induziu o teor de compostos fenólicos. Esse efeito é atribuído ao aumento da atividade da enzima fenilalanina amonia liase (PAL), uma enzima reguladora da biosíntese de compostos fenólicos ser aumentada com o uso do ozônio (BOOK; MILLER, 1998). Esse aumento nos valores foi observado nos frutos estavam mantidos em temperatura baixa indepedente dos tratamentos. Dessa forma, nesses frutos armazenados em camara fria, não podemos afirmar que o ozônio influenciou no teor de flavonoides.

5.4. Ácido Ascórbico

Pelos resultados obtidos, o ác. asc. da polpa fresca de maracujá Roxinho do Kênia não apresentou alterações até o 15º dia de armazenamento em temperatura ambiente para os frutos imersos em água e os que receberam sanitização com água ozonizada por 10 minutos, apresentando valores de 16,00 mg/100 g e 15,00 mg/100 g, respectivamente. Os frutos tratados com água ozonizada por 5 minutos apresentaram diminuição dos níveis de ácido ascórbico após o 10 dia na ordem de 17,6%. Sob refrigeração, os frutos sanitizados com água ozonizada no tempo de 5 minutos apresentaram valores constantes durante o período de armazenamento, como valores médios de 17,00 mg/100 g de ácido ascórbico. Quando os frutos foram imersos em água, o ácido ascórbico permaneceu constante até o 20º dia, com valor de 16,00 mg/100 g de ácido ascórbico, decrescendo para 15,00 mg de ácido ascórbico /100 g no último dia de análise. Diminuição dos níveis de ác. asc. também foi observada no tratamento com água ozonizada a 10 minutos, onde foi obtido inicialmente o teor de 16,00 mg/100 g de ácido

ascórbico e no final do experimento o valor foi de 14,00 mg de ácido ascórbico /100 g (Figura 4).

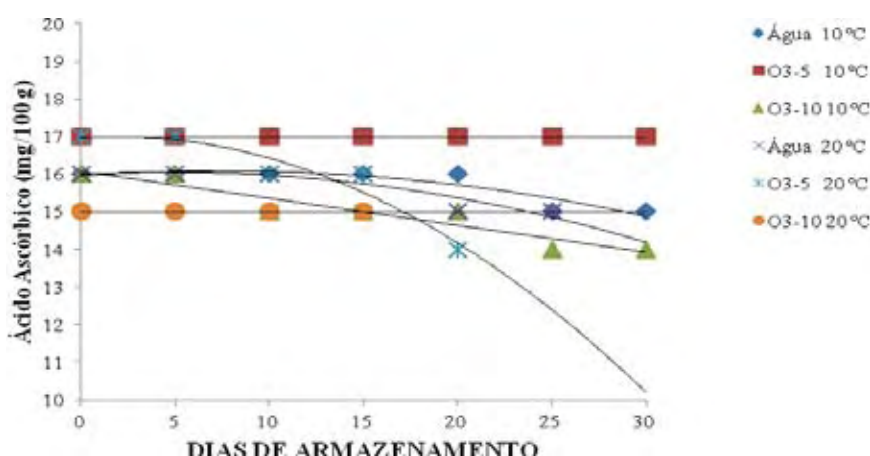


Figura 4. Ácido Ascórbico de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 6. Ajustes de ácido ascórbico, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = -0,0024x^2 + 0,04x + 15,95$	0,83
	O ₃ -5	$y = -1.10^{-16}x^2 + 1.10^{-14}x + 17$	0,99
	O ₃ -10	$y = -1.10^{-16}x^2 - 0,07x + 16,07$	0,89
20 °C	Água	$y = -0,0029x^2 + 0,03x + 16$	0,83
	O ₃ -5	$y = -0,0086x^2 + 0,03x + 16,97$	0,92
	O ₃ -10	$y = -4.10^{-16}x^2 + 15$	0,99

Pequenas variações de ác. asc. durante o tempo de armazenamento pode ser observada para ambas condições usadas. Silva et al. (2009) observaram aumento linear de ácido ascórbico no decorrer do armazenamento variando entre 31,60 mg 100g⁻¹ no tratamento com cera de carnaúba e 36,20 mg 100g⁻¹ no tratamento com cloreto de cálcio, sendo a média geral de 33,80 mg 100g⁻¹ no período de 15 dias de armazenamento em temperatura ambiente. Em nossa pesquisa, os valores foram abaixo dos descritos pelos autores, certamente, pela variedade usada ser diferente.

Valores superiores aos encontrados neste trabalho foram descritos na literatura, entretanto com maracujá amarelo. De Marchi et al. (2000) avaliando 4 colheitas diferentes de maracujá amarelo, material Sulbrasil, obtiveram grande variação no

teor de vitamina C de 11,53 a 27,02 mg de ácido ascórbico/100g, enquanto Farias et al. (2007) verificaram valores superiores para vitamina C em frutos de maracujá- amarelo, com média de 35,77 mg de ácido ascórbico/100g de polpa.

5.5. Capacidade Antioxidante (DPPH)

O sequestro de radicais livres no tempo de armazenamento, medido através do DPPH, em temperatura ambiente (Figura 5) apresentou um declínio durante todo o período para os frutos tratados com água ozonizada em ambos tempos de imersão (5 e 10 minutos) enquanto que em frutos controle houve um aumento do constituinte na polpa do fruto durante o tempo de estocagem. Observa-se interação entre tratamento e armazenamento para variável capacidade antioxidante, com diferença significativa ($P > 0,01$) nos dias zero, 5, 15 e 20 de armazenamento em temperatura ambiente. Os frutos imersos em água apresentaram pequena variação da atividade antioxidante no tempo de armazenamento com valores de 0,441% no dia zero a 0,456% aos 25º dia de observação. Enquanto que, os frutos tratados com água ozonizada aos 5 minutos de tempo apresentaram diminuição na ordem de 0,479 para 0,265% e os frutos tratados com água ozonizada ao tempo de 10 minutos apresentaram declínio de 0,449% para 0,280%.

No armazenamento em ambiente refrigerado verifica-se uma pequena diminuição da atividade antioxidante para frutos sanitizados com água (0,447 a 0,437 µg/g amostra) e um aumento para os frutos sanitizados com água ozonizada (0,347 a 0,421 µg/g amostra; 0,372 a 0,405 µg/g amostra) ao tempo de 5 e 10 minutos de imersão quando comparado com valores correspondente aos dias zero e ao final do armazenamento. Observa-se que frutos armazenados em ambiente refrigerado tende a manter constantes as características da capacidade antioxidante.

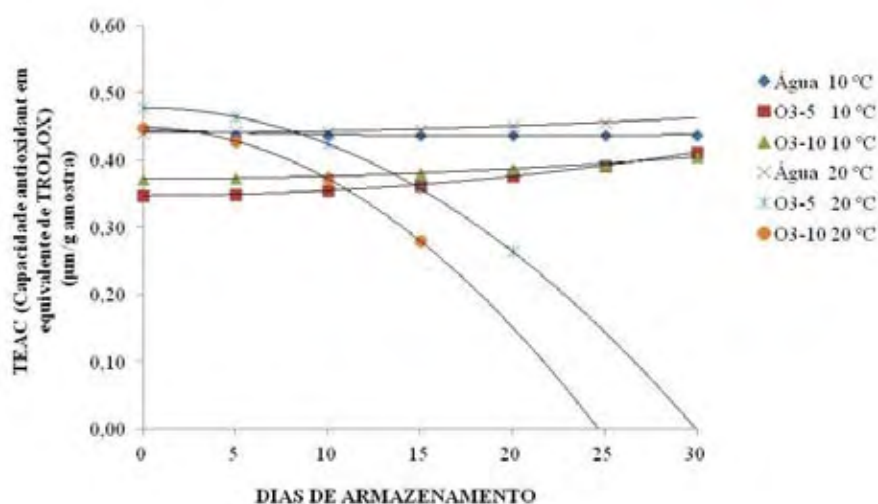


Figura 5. Capacidade antioxidante de frutos de maracujá Roxinho do Kênia imersos em água ou água ozonizada por 5 (O₃-5) e 10 (O₃-10) minutos e armazenados a 10 °C e 20 °C. Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Tabela 7. Ajustes da Capacidade antioxidante, em função do tempo e os respectivos coeficientes de correlação (*r*). Botucatu, FCA-UNESP, 2013.

Armazenamento	Tratamentos	Equação	<i>r</i> ²
10 °C	Água	$y = 2.10^{-05}x^2 - 0,0009x + 0,44$	0,72
	O ₃ -5	$y = 7.10^{-05}x^2 + 1.10^{-05}x + 0,35$	0,99
	O ₃ -10	$y = 3.10^{-05}x^2 + 7.10^{-05}x + 0,37$	0,99
20 °C	Água	$y = 3.10^{-05}x^2 - 4.10^{-05}x + 0,44$	0,99
	O ₃ -5	$y = -0,0005x^2 - 0,0001x + 0,48$	0,99
	O ₃ -10	$y = -0,0007x^2 - 0,0004x + 0,45$	0,99

A atividade antioxidante dos frutos de pepino diminui com o progresso da senescência (SRILAONG; TATSUMI, 2003). Embora as baixas temperaturas aumentem a vida pós-colheita de frutos, principalmente os tropicais, pode causar danos caracterizados pelo escurecimento da casca, aumento da firmeza e perda de flavor.

Neste estudo, a baixa temperatura usada não influenciou a atividade antioxidante do maracujá roxinho do Kênia, entretanto, o uso de água ozonizada, aliada a temperatura ambiente, parece ter tido um efeito deletério na atividade antioxidante (Figura 5).

Diversos estudos têm mostrado que tratamentos com ozônio têm um efeito benéfico em aumentar a vida pós-colheita de frutos e hortaliças, por reduzir a população microbiana e pela oxidação do etileno (KIM et al., 1999; SKOG; CHU, 2001).

O efeito observado nos frutos tratados com água ozonizada e mantidos em temperatura ambiente (Figura 5) pode ser atribuído a forte atividade oxidante do ozônio, causando danos fisiológicos e perda dos constituintes com capacidade antioxidante (HORVATH et al., 1985; BELTRÁN et al., 2005). O efeito do ozônio está associado com múltiplas reações, incluindo inativação de enzimas, alteração dos ácidos nucleicos e oxidação dos lipídeos de membrana (KIM et al., 2003). Nesta pesquisa, a diminuição do potencial antioxidante dos frutos analisados podem ser devido as alterações induzidas pelo ozônio. Associado aos danos promovidos pela sua manutenção em temperatura ambiente, condição ideal para maior atividade de enzimas oxidativas, promovendo a degradação de outras substâncias com potencial antioxidante, como pode ser observado nos pigmentos e compostos fenólicos (Figura 1 e 2).

6. CONCLUSÃO

Houve influência da imersão com água ozonizada, reduzindo a vida útil e prejudicando a composição bioquímica de carboidratos, flavonóides, fenois, nitrato, carboidratos e atividade antioxidante em frutos de maracujá “Roxinho do Kênia” armazenados sob temperatura ambiente.

7. CONSIDERAÇÕES GERAIS

7.1. Capítulo I

Houve aumento da perda de massa para os diferentes armazenamentos, sendo maior em frutos armazenados em temperatura ambiente quando sanitizados com água ozonizada ao tempo de 10 minutos. O mesmo foi observado para o pH.

Os sólidos solúveis apresentaram diminuição para ambas temperaturas, com exceção dos frutos sanitizados em água ozonizada ao tempo de 10 minutos e armazenado em temperatura ambiente. A mesma tendência foi observada para acidez titulável, no entanto ocorreu aumento do composto para frutos sanitizados em água ozonizadas aos 5 minutos de imersão.

Os níveis de nitrato foram maiores quando armazenados em temperatura ambiente imersos em água e em água ozonizada aos 5 minutos de imersão e em câmara fria sanitizados em água ozonizada aos 5 minutos de imersão.

Em temperatura ambiente observou-se redução dos carboidratos para todos os tratamentos, em câmara fria o composto apresentou uma tendência de decréscimo para frutos sanitizados em água ozonizada ao tempo de 10 minutos.

7.1. Capítulo II

A vitamina C apresentou uma significativa estabilidade nos diferentes armazenamentos, apresentando tendência de diminuição dos compostos para frutos sanitizados em água ozonizada ao tempo de 5 minutos em ambiente refrigerado e frutos sanitizados em água ozonizada ao tempo de 10 minutos para temperatura refrigerada.

Os teores de antioxidantes em câmara fria tenderam a permanecerem estáveis em todos os tratamentos nos dois tipos de armazenamento. Em temperatura ambiente houve redução destes compostos quando sanitizados em água ozonizada.

8. CONCLUSÃO GERAL

O uso de sanitizante com água ozonizada no armazenamento em temperatura de ambiente prejudicaram a conservação pós-colheita de maracujá “Roxinho do Kênia”.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, p. 114, 1993.

BELTRÁ N, D.; SELMA, M.V. ; MARÍ N, A.; GIL,M.I.. Ozonated Water Extends the Shelf Life of Fresh-Cut Lettuce. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 5654–5663, 2005.

BOOKER, F. L.; MILLER, J. E. Phenylpropanoid metabolism and phenolic composition of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] leaves following exposure to ozone. **Journal of Experimental Botany**, v.49, p.1191–1202, 1998.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRIGNANI NETO, F. **Produção integrada de maracujá**. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 95-197, 2002.

CATALDO, F. Ozone interaction with conjugated polymers-II. Polyphenylacetylene. **Polymer Degradation and Stability**, v. 60, p.233-231, 1998.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C.. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p. 341-349, jul./set. 2008.

DE MARCHI, R.; MONTEIRO, M.; BENATO, E. A.; SILVA, C. A. R. da. Uso da cor da casca como indicador de qualidade do maracujá amarelo destinado a industrialização. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.3, p. 110-128, 2000.

FARIAS, J. F. de; SILVA, L. J. B. da; ARAÚJO NETO, S. E. de; MENDONÇA, V. Qualidade do maracujá-ama-relo comercializado em Rio Branco, Acre. **Revista Caatinga**. 2007.

HENRY, L. K.; PUSPITASARI-NIENABER, N. L.; JARÉN-GALÁN, M.; V.BREEMEN, R. B.; CATIGNAN, G. L. I; SCHWARTZ, S. J.. Effects of Ozone and Oxygen on the Degradation of Carotenoids in an Aqueous Model System. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, n. 48, p. 5008 –5013, 2000.

HOIGNÉ, J.; BADER, H.; **Water Research**, v. 19, p. 993, 1975.

HORVATH, M.; BILITZKY, L.; HUTTNER, J. Ozone. **Elsevier**: Amsterdam., p. 68-74, 304-331. 1985.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo: IMESP, 2008.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; KHADRE, M. A. Ozone and its current and future application in the food industry. **Advances in Food and Nutrition Research**, v.45, p. 167–218, 2003.

KLUGE, R. A. et al. Embalagens plásticas para pêssegos “flordaprince” refrigerados. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 843-850, 1999.

MELO, E. de A.; MACIEL, I. S.; LIMA, V. L. A. G. de; ARAÚJO, R. de. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p. 67-72, 2008.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, 2007.

RAIJ, B. et al. **Análise química para avaliação de fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, p. 285, 2001.

RODONI, L.; CASADEI, N.; CONCELLÓN, A.; CHAVES, A. A. R.; VICENTE, A. R. Effect of short-term ozone treatments on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit quality and cell wall degradation. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 58, n. 1, p. 594-599, 2010.

SAKAKI, T.; KONDO, N.; SUGAHARA, K. Breakdown of photosynthetic pigments and lipids in spinach leaves with ozone fumigation: Role of active oxygens. **Physiologia Plantarum**, v. 59, p. 28–34, 1983.

SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers. de mata e cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.2, p.135-140, 1998.

SEVERO, J.; LIMA, C. S. M.; COELHO, M. T.; A. de R. RUFATTO; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A. Atividade antioxidante e fitoquímicos em frutos de *Physalis* (*Physalis peruviana*, L.) durante o amadurecimento e o armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, n.1-4, p.77-82, 2010.

SILVA, L. J. B. da; SOUZA, M. L. de; ARAÚJO NETO S. E. de; MORAIS, A. P.. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 995-1003, 2009.

SIMÃO, R.; RODRÍGUEZ, T. D. M.. Utilização do ozônio no tratamento pós-colheita do tomate (*lycopersicon esculentum* mill). **Revista de Estudos Sociais** - ano 11, n. 22, v. 2. p. 115-124. 2009.

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.; ROSSI, J. A.Jr. Colorunetryoftotal phenolicswith phosphomolybdic-phosphotungsticacidreagents. **American Journal of Enology Viticulture**, 1985.

SISVAR. **Sistema para análise de variância, para Windows**. Versão 4.3. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2000.

SKOG, L. J.; CHU, C.L. Effect of ozone on qualities of fruits and vegetables in cold storage Canadian. **Journal of Plant Science**, v.81, n. 4, p. 773–778, 2001.

SRILAONG, V.; TATSUMI, Y. Changes in respiratory and antioxidative parameters in cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.) stored under high and low oxygen concentrations. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 72, n. 2, p. 525–532, 2003.

TALCOTT, S. T. T; PERCIVAL, S.S.; PITTET-MOORE, J.; CELORIA, C. Phytochemical Composition and Antioxidant Stability of Fortified Yellow Passion Fruit (*Passiflora edulis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 51, p. 935–941, 2003.

KIM, V J.G.; YOUSEF, A.E.; CHISM, G.W.. Applications of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, v. 62, n.9, p. 1071, 1999.