

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 06/03/2020

ADRIANA LUIZA FERREIRA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE OZÔNIO NA QUALIDADE E VIDA
DE PRATELEIRA DE PITAIA (*Hylocereus polyrhizus*) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

ASSIS

2018

ADRIANA LUIZA FERREIRA

**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE OZÔNIO NA QUALIDADE E VIDA
DE PRATELEIRA DE PITAIA (*Hylocereus polyrhizus*) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Letras de Assis – UNESP – Universidade Estadual Paulista para a obtenção do título de Mestre em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientadora: Ivanise Guilherme Branco

ASSIS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da F.C.L. – Assis – Unesp

F383i Ferreira, Adriana Luiza
Influência da aplicação de ozônio na qualidade e vida de prateleira de Pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) minimamente processada / Adriana Luiza Ferreira. Assis, 2018.
87 f. : il.

Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis
Orientador: Dr^a Ivanise Guilherme Branco

1. Pitaia. 2. Ozônio. 3. Frutas- conservação. 4. Alimentos saudáveis. I. Título.

CDD 664.8

ADRIANA LUIZA FERREIRA

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE OZÔNIO NA QUALIDADE E VIDA DE
PRATELEIRA DE PITAIA ("Hylocereus polyrhizus") MINIMAMENTE
PROCESSADA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para obtenção do título de Mestrado Acadêmico em BIOCÊNCIAS.
(Área de Conhecimento: CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA)

Data da Aprovação: 06/03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

PRESIDENTE: PROFA. DRA. Ivanise Guilherme Branco - UNESP/ASSIS


MEMBROS: PROFA. DRA. Cassia Roberta Malacrida Mayer - UNESP/ASSIS

PROF. DR. Bruno Henrique de Oliveira - UNIVESP/ASSIS

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus por estar sempre ao meu lado me abençoando e protegendo; em especial a minha família e meu namorado por toda ajuda e incentivo; e a todos que contribuíram com essa pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me abençoar em todas as etapas do mestrado, fazendo o impossível tornar-se realidade, por mais uma conquista em minha vida.

A minha orientadora Profa. Dra. Ivanise Guilherme Branco, minha gratidão, primeiramente por aceitar me orientar nessa pesquisa, pela constante ajuda em todas as etapas, dedicação em aprimorar mais este trabalho, pela amizade e ensinamentos que me fizeram adquirir ainda mais conhecimentos.

Aos professores, em especial, Prof. Dr. Ciro César Zanini Branco, Prof. Dr. Pitágoras Bispo e Prof. Dr. Eutímio Gustavo Fernández Núñez e aos demais professores por me acolherem no programa, pela constante dedicação, ajuda e ensinamentos transmitidos que foram de extrema importância para conclusão do mestrado, meu muito obrigado.

A banca examinadora Profa. Dra. Cássia Roberta Malacrida Mayer, Profa. Dra. Valéria Marta Gomes do Nascimento e Prof. Dr. Bruno Henrique de Oliveira, por aceitarem o convite, pelas correções e sugestões que fizeram enriquecer ainda mais este trabalho.

Ao laboratório de Biociências e ao de Microbiologia por ceder espaço para que as análises fossem realizadas, bem como aos técnicos e estagiários pela colaboração.

A todos os amigos tanto do trabalho (Lilian e Leticia), como da universidade (Marcela, Luana e Karen), pelo carinho, amizade e apoio.

A minha mãe, Neusa L. C. Ferreira, por ser uma mulher sábia que sempre me ensina a andar nos caminhos de Deus e nos princípios da ética; pelos constantes conselhos e incentivos na minha realização profissional e também pessoal.

A minha irmã e amiga, Ana Paula Ferreira da Silva e meu cunhado, Eduardo Vinicius da Silva pelos conselhos, por sempre me apoiarem e pelas correções que contribuíram muito para aperfeiçoamento deste trabalho.

Ao meu sobrinho, Guilherme, pela sua alegria que torna minha vida mais feliz.

Ao meu namorado Rodolfo José Tófoli, que sempre esteve ao meu lado desde o princípio, por toda ajuda que foram de extrema importância para a conclusão desse trabalho, por todo auxílio, incentivo e apoio em todos os momentos, fazendo meus sonhos se tornarem realidade, minha gratidão.

Aos meus sogros, Edlene e Carlos, por todo apoio e torcida.

Cada página dessa dissertação é meu agradecimento a Deus, aos meus familiares, professores, amigos e a toda equipe da seção de pós-graduação, que de alguma forma contribuíram para eu alcançar esse objetivo.

“Sei que podes fazer todas as coisas; nenhum dos teus planos pode ser frustrado”.

Jó 42:2

FERREIRA, Adriana Luiza. **INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE OZÔNIO NA QUALIDADE E VIDA DE PRATELEIRA DE PITAIA (*Hylocereus polyrhizus*) MINIMAMENTE PROCESSADA**. 2018. 87 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências). – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2018.

RESUMO

A demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas no mercado está relacionada às mudanças no estilo de vida do ser humano, na busca por consumo saudável, nutritivo e rápido. Entretanto, os tratamentos aplicados nesses alimentos, na maioria das vezes, causam danos nos tecidos, acarretando no escurecimento, perda de sabor, textura e aumento da carga microbiana no produto. Desta forma, os métodos de produção e procedimentos de desinfecção e descontaminação são medidas de extrema importância para garantir maior qualidade dos cortes frescos de frutas e vegetais. Estudos têm mostrado que o ozônio é um poderoso agente antimicrobiano, podendo ter muitas vantagens para a indústria de frutas, aumentando assim, a vida de prateleira. A pitáia (*Hylocereus polyrhizus*) que é uma fruta de sabor doce e suave, paladar similar entre kiwi e melão, com a polpa constituindo cerca de 70 a 80% do fruto, vem se tornando um produto de destaque no mercado brasileiro de minimamente processados, devido a sua elevada qualidade sensorial e valor nutricional. Assim, considerando o interessante processo de sanitização por ozonização e as relevantes características sensoriais e nutricionais apontadas pela pitáia, este estudo teve dois objetivos gerais que foram: i) estudar a influência do diâmetro dos cortes das frutas, concentração de ozônio e tempo de ozonização na qualidade de pitáia minimamente processada, em relação aos compostos fenólicos, capacidade antioxidante e antocianinas totais, utilizando um delineamento experimental do tipo Box Behnken; ii) a partir da condição otimizada obtida no primeiro estudo, foi determinada a vida de prateleira, através de análises microbiológicas e físico-químicas dos cortes de fruta *in natura* sem tratamento e ozonizada.

Palavras-chave: Pitáia, Ozônio, Delineamento experimental, Vida de prateleira.

FERREIRA, Adriana Luiza. **INFLUENCE OF THE APPLICATION OF OZONE IN THE QUALITY AND SHELF LIFE OF PITAIA (*Hylocereus polyrhizus*) MINIMALLY PROCESSED**. 2018. 87 s. Dissertation (Master's Degree in Biosciences) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Assis 2018.

ABSTRACT

The demand for minimally processed fruits and vegetables on the market is related to changes in the human lifestyle, the search for healthy, nutritious and fast consumption. However, the treatments applied in these foods, most of the time, cause damage to the tissues, resulting in darkening, loss of taste, texture and increase of the microbial load in the product. In this way, the production methods and procedures of disinfection and decontamination are measures of extreme importance to guarantee higher quality of the fresh cuts of fruits and vegetables. Studies have shown that ozone is a powerful antimicrobial agent, and can have many advantages for the fruit industry, thus increasing shelf life. The pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) is a fruit with a sweet and smooth flavor, a similar taste between kiwi and melon, with pulp constituting about 70 to 80% of the fruit, and has become a prominent product in the Brazilian market of minimally processed, due to its high sensory quality and nutritional value. Thus, considering the interesting process of sanitization by ozonation and the relevant sensory and nutritional characteristics pointed out by pitaya, this study had two general objectives: i) to study the influence of fruit cut diameter, ozone concentration and ozonation time on quality of pitaya minimally processed, in relation to the phenolic compounds, antioxidant capacity and total anthocyanins, using an experimental design of the Box Behnken type; ii) from the optimized condition obtained in the first study, the shelf life was determined through microbiological and physicochemical analyzes of untreated and ozonated fresh fruit cuts.

Keywords: Pitaya, Ozone, Experimental Design, Shelf life.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
REFERÊNCIAS	18
Capítulo 1. Efeito da ozonização e tipo de corte da fruta nos compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas da fruta fresca pitaia (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	20
RESUMO	20
ABSTRACT	21
1 Introdução	22
Figura 1 – Plantação e corte da pitaia (<i>H. polyrhizus</i>) (In: Braga, 2017).....	22
Figura 2 – Estruturas das antocianinas (In: Favaro, 2008, p.9).	27
2 Materiais e Métodos	27
2.1 Reagentes químicos	27
2.2 Coleta das frutas e preparo das amostras	28
2.3 Aplicação de ozônio	28
Figura 3 – Sistema de aplicação de ozônio no corte da fruta fresca pitaia.	29
Figura 4 – Câmara de aplicação de ozônio nos cortes de fruta.	30
2.4 Obtenção dos extratos de pitaia.....	31
Figura 5 – Semicircunferências de corte do fruto pitaia.	32
2.5 Compostos Fenólicos Totais.....	32
2.6. Atividade Antioxidante.....	33
2.6.1 ABTS	33
2.6.2 DPPH	33
2.7 Antocianinas.....	33
2.8 Design experimental	34
2.9 Análise Estatística.....	35
3 Resultados e Discussão	36
Tabela 1 – Variáveis independentes com as respectivas respostas obtidas do delineamento experimental (BBD)	37
3.1 Desenvolvimento do modelo e otimização das variáveis experimentais.....	38
Tabela 2 – Variáveis das equações do modelo experimental.	38
Tabela 3 – Análise de variância ANOVA.....	40
Figura 6 – Superfície de resposta da atividade antioxidante por DPPH.....	42

Figura 7 – Superfície de resposta da atividade antioxidante por ABTS.	42
Figura 8 – Superfície de resposta de compostos fenólicos totais.	43
Figura 9 – Superfície de resposta de antocianinas totais.....	43
3.2 Efeito do tipo de corte, tempo e concentração de ozônio na atividade antioxidante de pitaia ozonizada.	44
3.3 Impacto dos resultados de compostos fenólicos e antocianinas totais em relação às variáveis independentes sobre a extração.	46
Figura 10 – Formas estruturais relacionadas com a coloração.....	49
3.4 Validação do delineamento experimental	50
4 Conclusão	52
Referências	53
Capítulo 2. Vida de prateleira do fruto pitaia minimamente processado:	
caracterização físico-química e microbiológica.	58
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	59
1. Introdução.....	60
2. Material e Método	63
2.1 Coleta das amostras e preparo para a vida de prateleira do fruto pitaia.....	63
Figura 1 – Frutos minimamente processados acondicionados em embalagens PET.....	65
2.2 Análises físicas e químicas	65
2.2.1 Mensuração da perda de peso.....	65
2.2.2 pH.....	66
2.2.3 Acidez Total.....	66
2.2.4 Umidade.....	67
2.2.5 Sólidos Solúveis	67
2.3 Caracterização de biocomposto.....	67
2.3.1 Reagentes químicos	67
2.3.2 Preparo do Extrato.....	67
2.3.3 Fenóis Totais.....	68
2.3.4 Atividade Antioxidante por ABTS e DPPH.....	68
2.3.5 Antocianinas	69

2.4 Análises microbiológicas	69
2.4.1 Meios de cultura utilizados e preparo da solução	69
2.4.2 Preparo dos materiais utilizados	70
2.4.3 Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas	70
2.4.4 Fungos	70
3 Resultados e discussões	70
3.1 Análises físico – químicas	70
Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas de pitaia minimamente processada.	71
3.2 Análises microbiológicas para bactérias aeróbicas mesófilas e fungos / leveduras	74
Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas para pitaia minimamente processada durante armazenamento a 5°C.....	75
3.3 Comparação entre os resultados obtidos na vida de prateleira para atividade antioxidante (ABTS e DPPH), compostos fenólicos e antocianinas.....	78
Tabela 3 – Resultados das análises de atividade antioxidante, compostos fenólicos e antocianinas para pitaia minimamente processada.	79
4 Conclusão	82
Referências	83
CONCLUSÃO GERAL	87

INTRODUÇÃO

As frutas são importantes fontes de antioxidantes, vitaminas e minerais na dieta humana. Uma alta ingestão dietética destas vitaminas é associada a redução de risco de doenças, principalmente, cardiovasculares. Por esta razão, além do exercício físico e da genética, o consumo de frutas é considerado um dos principais fatores para uma vida saudável (Allothman *et al.*, 2010).

O consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas tem se tornado cada vez mais popular ao longo da última década, devido a um maior interesse em dietas e estilos de vida, mudanças no consumo saudáveis e nutritivos (Sipahi *et al.*, 2013). No entanto, as operações de tratamento tais como descascamento e corte podem causar danos nos tecidos do produto. As várias alterações prejudiciais durante o processamento de frutas e hortaliças incluem escurecimento do tecido, aumento da carga microbiana e perda de sabor e textura (Azarakhsh *et al.*, 2014).

As frutas e hortaliças frescas minimamente processados são preparadas utilizando uma combinação de métodos tais como: descascamento, corte e/ou trituração, seguindo do acondicionamento em embalagem com películas adequadas para manutenção das condições de embalagem com atmosfera modificada (Allothman *et al.* 2010).

Os efeitos da etapa de corte no processamento de frutas e vegetais frescos são bem conhecidos por promover rápida deterioração dos tecidos em comparação com seus componentes intactos. Em particular, o crescimento e o desenvolvimento microbiano, a partir de reações bioquímicas em tecidos de plantas, são responsáveis pela degradação do produto, deterioração dos alimentos e também risco de

infecções alimentares (Manzocco, Pieve e Maifreni, 2011). Métodos de produção segura e procedimentos de desinfecção/descontaminação adequados são, portanto, medidas fundamentais para garantir a segurança de frutas e vegetais frescos (Abadias *et al.*, 2011).

O cloro é o desinfetante mais comum utilizado em frutas e vegetais minimamente processados (Dilmaçunal *et al.*, 2014). Porém, nos últimos anos a indústria de frutas e vegetais tem aplicado novas tecnologias para transformação de minimamente processamentos. Por exemplo, irradiação UV, ozônio, campos elétricos pulsados, campos magnéticos, ultra-sonografia, alta pressão hidrostática, alta luz pulsada e muitos outros métodos estão sendo desenvolvidos. Essas tecnologias emergentes mantêm a maior parte dos atributos dos produtos frescos, preservam os antioxidantes, aumenta a estabilidade de armazenamento e, sobretudo, a segurança alimentar das frutas e dos vegetais (Allothman *et al.*, 2010).

Com o crescente interesse por novas tecnologias, a fim de melhorar a exportação e consumo interno de frutas, vem se intensificando a hipótese de que o ozônio pode ser um melhor agente higienizador do que o cloro. Existem aplicações do ozônio na indústria que proporcionam a higienização da superfície dos alimentos, o saneamento de equipamentos e a reutilização de águas residuais, diminuindo a demanda biológica do oxigênio (DBO) e a demanda química do oxigênio (DQO) (Guzel-Seydim *et al.*, 2003). Essa multifuncionalidade do ozônio faz deste um agente promissor na indústria de alimentos. Estudos têm demonstrado que o ozônio é um poderoso antimicrobiano e pode ter muitas vantagens para a indústria de frutas, aumentando a vida de prateleira (Rawson *et al.*, 2011).

A possibilidade de usar o ozônio como uma alternativa tecnológica na indústria de produtos frescos foi concebida para substituir os

desinfetantes como o cloro. Várias reuniões sobre este tema foram patrocinadas pelo Instituto de Pesquisa em Energia Elétrica (EPRI), entre elas, a "Conferência sobre Ozônio para Processamento de Frutas e Legumes Frescos", em abril de 1998 e o "Workshop sobre Ozônio", em maio de 1998. Em 2001, a Food and Drug Administration dos EUA aprovou o uso de ozônio como agente antimicrobiano no tratamento, armazenamento e processamento de carnes e produtos hortícolas (Allothman *et al*, 2010).

A pitáia pertence a família *Cactaceae* e seu gênero *Hylocereus*, é um fruto não-climático, com escalas verdes na casca rosada-vermelha. A polpa é delicada, suculenta e é intercalada com numerosas e pequenas sementes. Nos últimos anos, a pitáia tem atraído mais atenção em todo o mundo, não só devido as suas propriedades sensoriais e importância econômica, mas também pela sua elevada atividade antioxidante devido ao seu alto conteúdo de compostos fenólicos (Li *et al.*, 2017).

A planta que produz a pitáia é uma cactácea originada na América do Sul, mas que, na última década, se popularizou em outros continentes. Com sabor peculiar e adocicado, o fruto é rico em vitaminas e a polpa tem alta concentração de fibras, com excelentes qualidades digestivas e de baixo teor calórico, além de muitas sementes com ação laxante (Rodrigues, 2010).

No Brasil, o cultivo da pitáia teve início na década de 90, tendo sua produção concentrada no Estado de São Paulo, principalmente na região de Catanduva (Senar, 2017).

O fruto pitáia apresenta também propriedades medicinais, como melhora de gastrites, prevenção contra o câncer de cólon, diabetes, neutralização de substâncias tóxicas como metais pesados, redução dos níveis de colesterol, pressão

alta, além dos cladódios e das flores serem utilizados contra problemas renais (Rossetti, 2013).

Considerando que a pitaia é uma fruta com grande potencial, a elaboração desta fruta na forma minimamente processada, com o uso do ozônio como sanitizante, mostra-se como uma alternativa interessante já que existem poucos estudos com a fruta, principalmente utilizando este método de sanitização. Assim, esta dissertação foi subdividida em dois estudos. O primeiro teve por objetivo avaliar a influência das variáveis independentes (diâmetro do fruto, concentração e tempo de contato com ozônio) sobre as respostas (compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas totais) utilizando o delineamento experimental Box Behnken. A condição otimizada, ou seja, a combinação que apresentou maior rendimento na extração dos compostos fenólicos, antioxidantes e antocianinas foi utilizada no segundo estudo, que teve por objetivo, estimar a vida de prateleira de cortes da fruta fresca ozonizada (condição otimizada), *in natura* (controle) e sanitizada com cloro, por meio de análises microbiológicas e físico-químicas.

4 Conclusão

As análises microbiológicas mostraram que ozônio foi mais efetivo na sanitização do fruto pitiaia minimamente processada contra bactérias mesófilas aeróbicas e fungos/ leveduras, atendendo aos parâmetros internacionais de legislação.

Os resultados das análises de biocompostos mostraram satisfatórios para as amostras submetidas ao tratamento com ozônio. No entanto, este tratamento não foi o mais efetivo na manutenção desses biocompostos com o tempo de armazenamento.

Considerando que a vida útil de frutas frescas é muito curta, alguns dias na extensão da vida de prateleira destes produtos pode representar uma grande vantagem para as indústrias de minimamente processados. A diminuição da carga microbiana e, conseqüentemente, a diminuição da deterioração de frutas frescas, mostra-se interessante comercialmente.

Referências

Abreu, W.C.; Lopes, C.O.; Pinto, K.M.; Oliveira, L.A.; Carvalho, G.B.M.; Barcelo, M.F.P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. *Revista Instituto Adolfo Lutz*. v.71(4),p.656-61, 2012.

Allothman, M.; Kaur, B.; Fazilah, A.; Bhat, R.; Karim, A. A. Ozone-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.11, p. 666-671, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC international In Fruits juices. 16ª edição ,vol. 2, Maryland, 1997.p 37.1 -23.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (2000). Official Methods of Analysis, 17a Ed., AOAC Internacional: Gaithersburg, MD.

Barreto, G. P. M.; Benassi M. T.; Mercadante, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activit. **Journal Brazilian Chemical Society**. v. 20, ed. 10, p. 1856-1861, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos .**Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1.

Bruno, L. M.; Queiroz, A. A. M.; Andrade, A. P. C.; Vasconcelos, N. M.; Borges, M. F. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). **B. CEPPA - Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.23, n.1, jan./jun. 2005.

Chen, C.; Hu, W.; He, Y.; Jiang, A.; Zhang, R. Effect of citric acid combined with UV-C on the quality of fresh-cut apples. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 126-131, 2016.

Cristofoli, N. L.; Lima, C. A. R.; Mota, A. M.; Peixoto, N. M.; Lima, J. da S. S.; Silva, F. M. R.; Vasconcelos, L. B. de T.; Figueiredo, R. W. Pitaia (*H. costaricensis*): Um fruto com características atrativas para a indústria de processamento. **XX Congresso brasileiro de engenharia química**. Florianópolis - SC, 2014.

Dilmaçunal, T.; Erbas, D.; Koyuncu, M. A.; Onursal, C. E.; Kuleas, H. Efficacy of some antimicrobial treatments compared to sodium hypochlorite on physical, physiological and microbial quality of fresh-cut melons (*Cucumis melo L. var. inodorus*). **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, p. 1146-1151, 2014.

Fernandes, A.C.F. *Produção e caracterização de fermentado alcoólico e vinagre de físalis e pitaia como estratégia de aproveitamento tecnológico*. (Dissertação de mestrado - Programa de Pósgraduação em Microbiologia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, (MG), 2016.

Fuleki, T. e Francis, F. J. Quantitative methods for anthocyanis 1. Extration and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, v.33, p.72-77, 1968a.

Fuleki, T. e Francis, F. J. Quantitative methods for anthocyanis 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. **Journal of Food Science Chicago**, v. 33, n. 1, p. 78-83, 1968b.

Guzel-Seydim, Z. B.; Greene, A. K.; Seydim, A. C. Use of ozone in the food industry. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, v. 37, p. 453- 460, 2004.

Han, Q.; Gao, H.; Chen, H.; Fang, X.; Wu, W. Precooling and ozone treatments affects postharvest quality of black mulberry (*Morus nigra*) fruits. **Food Chemistry**, v.221, p. 1947-1953, 2017.

Jacques, A. C.; Oliveira, F. M.; Zambiasi, R. C.; Gandra, E. A. Utilização de ozônio como sanitizante de frutas: efeito sob as antocianinas totais da amora-preta. XX Congresso brasileiro de engenharia química. Florianópolis – SC, 2014.

Jeronimo, M. C. *Caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e avaliação dos efeitos citotóxicos da pitaia – vermelha [Hylocereus undatus (Haw.) Britton e Rose] cultivada no Brasil*. (Dissertação de mestrado – Programa de pós graduação em ciências da saúde), Universidade de Brasília, 56 p., 2016.

Lutz, A. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz Métodos Físico Químicos para análise de alimentos, v.1, 3ª edição, 1985, p. 26.

Manzocco, L.; Plazzotta, S.; Maifreni, M.; Calligaris, S.; Anese, M.; Nicoli, M. C. Impact of UV-C light on storage quality of fresh-cut pineapple in two different packages. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 1138-1143, 2016.

Menezes, T. P.; Ramos, J. D.; Lima, L. C. O.; Costa, A. C.; Nassur, R. C. M. R.; Rufini, J. C. M. Características físicas-químicas de pitaia vermelha durante a maturação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n.2, p. 631-644, 2015.

Nunes, E. N.; Sousa, A.S.B.; Lucena, C.M.; Silva, S.M.; Lucena, R.F.P.; Alves, C. A. B.; Alves, R. E. Pitaia (*Hylocereus sp.*): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8 (1), p. 90-98, 2014.

Oliveira, M.; Abadias, M.; Usall, J.; Torres, R.; Teixidó, N.; Viñas, I. Application of modified atmosphere packaging as a safety approach to fresh-cut fruits and vegetables - A review. Trends in **Food Science & Technology**, v. 46, p.13-26, 2015.

Rice, R. G.; Graham, D. M; Lowe, M. t. Recent ozone applications in food processing and sanitation. **Food Satety Magazine**, 2002. Disponível em: <www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/octobernovember-2002/recent-ozone-applications-in-food-processing-and-sanitization/>. Acesso em: 22 dez. 2017.

Rufino, M. S. M.; Alves, R. E.; Brito, E. S.; Morais, S. M.; Sampaio, C. G.; Perez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. **Comunicado técnico**. Embrapa. 4 p. Fortaleza, 2007a.

Rufino, M. S. M.; Alves, R. E.; Brito, E. S.; Morais, S. M.; Sampaio, C. G.; Perez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Comunicado técnico**. Embrapa. 4 p. Fortaleza, 2007b.

Santos, T. V. A.; Silva, N.; Junqueira, V. C. A.; Pereira, J. L. Microorganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brasilian journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, p.141-146, 2010.

Singleton, V. L.; Rossi - JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **Am. J. Enol. Viticult**, v.16, p. 144-158, 1965.

Silva, M. L. C.; Costa, R. S.; Santana, A. S.; Koblitz, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

Silva, N.; Junqueira, V. C. A.; Silveira, N. F. A. **Manual de métodos e análises microbiológica de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 2001.

Silva, S. B.; Luvielmo, M. M.; Geyer, M. C.; Prá, I. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p. 659-682, 2011.

Yeoh, W. K.; Alia, A.; Forney, C. F. Effects of ozone on major antioxidants and microbial populations of fresh-cut papaya. **Postharvest Biology and Technology**, v. 89, p. 56-58, 2014.

Whangchai, K.; Saengnil, K.; Uthaibutra, J. Effect of ozone in combination with some organic acids on the control of postharvest decay and pericarp browning of longan fruit. *Crop Protection*, v.25, Issue 8, p. 821-825, 2006

Weng, S.; Luo, Y.; Li, J.; Zhou, B.; Jacangelo, J. G.; Schwab, K. J. Assessment and speciation of chlorine demand in fresh-cut produce wash water. **Food Control**, v. 60, p. 543-551, 2016.

Zambre, S. S.; Venkatesh, K.V.; Shah, N. G. Tomato redness for assessing ozone treatment to extend the shelf life. **Journal of Food Engineering**, v. 96, p. 463-468, 2010.

CONCLUSÃO GERAL

Os resultados obtidos mostraram que os compostos fenólicos totais, atividade antioxidante (ABTS e DPPH) e antocianinas totais dos extratos da pitaia (*Hylocereus polyrhizus*) minimamente processada submetidos à ozonização foram afetados pelas variáveis independentes, sendo a maior influência o tempo de contato do ozônio com o fruto, que aumentou o teor de biocompostos e também o valor nutricional da fruta.

A validação do método, comprovou a efetividade de se utilizar o delineamento experimental Box-Behnken para otimização do processamento da fruta pitaia vermelha.

Os resultados obtidos para vida de prateleira com os tratamentos mostraram-se satisfatórios em relação à quantificação de compostos com destaque para o cloro que obteve os melhores resultados. Os parâmetros microbiológicos atenderam às legislações, com melhores resultados para as amostras tratadas com ozônio.

Os resultados obtidos podem representar uma grande vantagem para as indústrias de minimamente processados em relação a vida de prateleira bem como a diminuição da deterioração e da carga microbiana.