



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
AGRONOMIA**

**OZONIZAÇÃO NO CONTROLE DE QUALIDADE DE FRUTAS E HORTALIÇAS  
REVISÃO**

**MARIA APARECIDA DA SILVA ALVES**

**BRASÍLIA – DF**

**2021**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**OZONIZAÇÃO NO CONTROLE DE QUALIDADE DE FRUTAS E HORTALIÇAS  
REVISÃO**

**MARIA APARECIDA DA SILVA ALVES**

**Orientador: Prof. Dr. MARCIO ANTÔNIO MENDONÇA**

Trabalho de conclusão de curso para graduação em agronomia, apresentado à Faculdade de agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

**BRASÍLIA – DF**

**2021**

**MARIA APARECIDA DA SILVA ALVES**

Monografia de graduação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo.

**Aprovado em: 11/11/2021**

**Prof. Dr. Marcio Antônio Mendonça (Orientador)**

**Profa. Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro (Examinador)**

**Msc. Wallas Felipe de Souza Ferreira (Examinador)**

**BRASÍLIA – DF**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus por me proteger e abençoar sempre, à minha mãe, Maria Alzira da Silva Alves, pelos conselhos, incentivos, amor e ajuda que sempre me ofereceu. Aos meus irmãos/amigos, Lorrany Lino de Castro, Cíntia da Silva Alves e Guilherme Vieira de Souza, por estarem ao meu lado sempre, aconselhando e pelas correções com amor. Ao meu pai Sebastião que não se faz mais presente entre nós.

Ao meu filho, Emanuel Xavier da Silva, por todo o amor e alegria que me proporcionou desde o momento em que me tornei mãe e ao longo deste curso, pois nasceu no início da minha jornada na Agronomia.

Agradeço imensamente ao meu namorado, Jarbel Fernandes Ventura, que esteve ao meu lado, me apoiando, incentivando e encorajando em todos os momentos. Nos dias em que chorei, durante a graduação por pensar que não ia conseguir. Lá estava ele segurando minha mão.

Agradeço ao meu orientador professor Márcio Mendonça pela paciência e constante ajuda durante todo o desenvolvimento deste trabalho, pela amizade, toda aprendizagem. Por toda a atenção durante esse processo de aprendizagem, gratidão!

Quero agradecer aos meus amigos de curso, Kaique Melo, Lannise Santos e Patrícia Cardoso, por todos esses anos de convivência e amizade, enfim gratidão a todos que fizeram e fazem parte da minha vida e deste grande momento.

**“O Senhor guardará você; ele está ao seu lado para protegê-lo”.**

**Salmo 121:5**

## RESUMO

Esse trabalho teve como finalidade a constatação da ação do método de ozonização como um provável mecanismo de controle de pragas, doenças e degradação de agrotóxicos em frutas e hortaliças armazenadas, assim observando os pontos positivos e negativos deste método. Neste trabalho foram utilizados artigos científicos sobre a ozonização em frutas e hortaliças que possuem relevância comercial para o Brasil, as pragas, fungos, bactérias e micotoxinas capazes de atacar esses alimentos na pós-colheita. Com base na ação provocada nas frutas e hortaliças causadas pelas pragas, doenças e degradação de agrotóxicos, simultaneamente com a introdução do meio de controle utilizado, analisando a sua eficácia em diferentes níveis de concentrações, tempo de observação entre outros fatores importantes que contribuem para o êxito deste trabalho. O apodrecimento é provocado pela atividade de fitopatógenos e a senescência natural que pode ocasionar perdas qualitativas e quantitativas, levando a perdas econômicas. Diante destes motivos este trabalho teve como objetivo mostrar a eficácia, benefícios e limitações da utilização do ozônio como sanitizante para minimizar a ocorrência de pragas, doenças e degradação de agrotóxicos. Por isso utilizar o ozônio como sanitizante é uma possibilidade de controle proveitosa para conservar frutas e hortaliças, pois a sanitização, realizada com ozônio, mostra-se eficiente no controle de pragas, doenças e residual de agrotóxicos de frutas e hortaliças.

**Palavras chave:** ozônio; sanitização; inativação microbiana; controle de qualidade, controle de pragas, doenças e residual de agrotóxicos de frutas e hortaliças.

## ABSTRACT

The purpose of this work was to verify the action of the ozonation method as a probable mechanism to control pests, diseases and degradation of pesticides in stored fruits and vegetables, thus observing the positive and negative points of this method. In this work we used scientific articles about ozonation in fruits and vegetables that have commercial relevance for Brazil, the pests, fungi, bacteria and mycotoxins capable of attacking these foods in the post-harvest period. Based on the action caused in fruits and vegetables caused by pests, diseases and degradation of agrochemicals, simultaneously with the introduction of the control medium used, analyzing its effectiveness at different levels of concentrations, observation time among other important factors that contribute to the success of this work. The rotting is caused by the activity of phytopathogens and the natural senescence that can cause qualitative and quantitative losses, leading to economic losses. In view of these reasons, this work aimed to show the efficacy, benefits, and limitations of using ozone as a sanitizer to minimize the occurrence of pests, diseases, and degradation of agrochemicals. Therefore, using ozone as a sanitizer is a fruitful control possibility to preserve fruits and vegetables, because the sanitization, performed with ozone, shows to be efficient in the control of pests, diseases and residual of pesticides in fruits and vegetables.

**Key words:** ozone; sanitization; microbial inactivation; quality control; pest, disease and residual control of pesticides in fruits and vegetables.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS .....	9
2.1. Objetivo geral .....	9
2.2. Objetivo Específico.....	9
3.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	10
3.1. Características gerais das frutas e hortaliças revisadas.....	10
3.1.1. Frutas .....	10
3.1.2. Hortaliças .....	13
3.2. Ozonização no controle de pragas e doenças .....	16
4. METODOLOGIA.....	21
5. ESTUDO DE CASO: Experimentos .....	22
6. CONCLUSÃO.....	33
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## 1- INTRODUÇÃO

A busca pela proteção de alimentos existe desde o início da civilização, com a finalidade de atender às necessidades alimentares e a sobrevivência. Isso ocorre por causa dos produtos alimentares de origem animal e vegetal que estão sujeitos a mudanças causadas por substâncias nocivas que podem colocar em perigo a vida útil e saúde do homem (CANEPPELE et al., 2003).

Com o intuito de aumentar o tempo de viabilidade e reduzir as perdas e conserva-las por um período maior pós-colheita e conseqüentemente o tempo de consumo é fundamental boas práticas de manuseio em todas as etapas de colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte, distribuição, comercialização e a chegada ao consumidor evitando a contaminação em cada uma dessas fases (Freitas-Silva et al., 2013b).

A busca por alimentos saudáveis e qualidade de vida, visando à prevenção das doenças, gerou na sociedade a consciência e necessidade do consumo de produtos com potencial antioxidante (MELO et AL.,2006). A sanitização possui fundamental importância na propriedade microbiológica em frutas e hortaliças, com o intuito de reduzir o aparecimento de patógenos nos alimentos *in natura* ou processados. O ozônio atua como um sanitizante eficaz e efetivo sem causar danos ao ser humano (Freitas-Silva et al., 2013b).

O desenvolvimento de modernas tecnologias o emprego do ozônio cresceu de modo considerável, no Brasil e no mundo, em distintos campos de aplicação, nos processos de branqueamento de celulose, tratamento de efluentes industriais, domésticos e de água potável, dentre outros. Contudo, o ozônio tem sido aplicado em novos segmentos como na agricultura e na sanitização de alimentos (Rozado et al., 2008).

Existem vários tipos de desinfetantes no mercado; no entanto, a eficácia de cada produto depende de variáveis como o tipo e a fisiologia do microrganismo alvo, as características intrínsecas do alimento a ser desinfetado, o tempo de exposição, pH, temperatura e concentração de desinfetante (Freitas-Silva et al., 2013b).



O processo de desinfecção na indústria geralmente é realizado com cloro, por ser um sanitizante relativamente fácil de aplicar e monitorar, além de custo baixo, possui uma ampla ação microbicida torna-se o principal fator para esta finalidade (Freitas-Silva et al., 2013b).

A maioria das perdas pós-colheita pode ocorrer devido à infestação de insetos. O ozônio pode atuar como um fumigante na forma gasosa e pode ser usado como sanitizante dos alimentos em câmaras de armazenamento e durante o transporte. A aplicação do ozônio pode ser realizada mesmo sob alto calor e alta umidade, garantindo assim um maior tempo de armazenamento e vida útil dos alimentos (Chiattonne et al., 2008).

Neste ano de 2021 nos meses janeiro a setembro, o montante das exportações de frutas como melão, melancia e manga foi de R \$ 74,9 milhões. Sendo este montante, o mais alto alcançado nos últimos seis anos foi de US \$ 193 milhões em 2019. Em 2020, ano da pandemia provocada pela Covid-19, as exportações caíram 156 milhões de reais, tendo quase 20% de queda (Abrafrutas,2021).

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1- Objetivo Geral**

Destacar a importância da sanitização do ozônio na conservação de frutas e hortaliças.

### **2.2- Objetivo Específico**

- Uso do ozônio na sanitização de frutas e hortaliças para a erradicação de pragas e doenças.
- Uso do ozônio na degradação de agrotóxicos.
- Discutir os estudos de casos a partir dos experimentos com a utilização da ozonização para sanitização de frutas e hortaliças.

### **3- REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1- Características gerais das frutas e hortaliças revisadas**

As frutas e hortaliças são de fundamental importância para o mercado brasileiro, elas são importantes para que a economia possa continuar crescendo. Suprem a demanda interna e externa que abastece o mercado de exportação. No mercado de horticultura algumas frutas possuem demanda maior como, por exemplo: amora-preta (*Rubus spp*), banana (*Musa spp.*), mamão (*Carica papaya*), manga (*Mangifera indica*) e morango (*Fragaria*). As hortaliças que possuem muita relevância na mesa dos brasileiros: alface (*Lactuca sativa*), batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*), cenoura (*Daucus carota*), repolho (*Brassica oleracea var. capitata*) e tomate (*Lycopersicon esculentum*). São utilizados para o consumo humano in natura ou processados, por isso necessitam de tratamento para que possam ser sanitizadas sem ocasionar prejuízos à saúde e ao meio ambiente.

##### **3.1.1- FRUTAS**

###### **Amora-preta:**

As alterações nos hábitos alimentares da população observadas ao longo dos anos têm provocado o aumento na demanda por frutas frescas. O cultivo das principais variedades de frutas no clima temperado no país é insuficiente para atender a necessidade interna, e o aumento da busca por frutas de outros países que podem ser produzidas nos estados brasileiros, está crescendo (Embrapa, 2004).

De acordo com a Embrapa a amora-preta (*Rubus spp*) quase não é plantada no Brasil, Mas ela representa, a pesar disso, uma excelente escolha para diversificar as pequenas propriedades devido à sua simplicidade e alto rendimento. É uma fruta de sabor extraordinário e com propriedades atestadas (Embrapa, 2004).

As frutas, especialmente as de coloração vermelha e / ou azul, como as amoras, constituem fontes importantes de compostos antocianínicos nos alimentos, expressando uma série de efeitos biológicos, englobando ações de: antioxidante, antibacteriano, anti-inflamatório e vasodilatador (Degáspari; Waszczyński, 2004).

## **Banana:**

A banana (*Musa spp.*) é considerada um dos frutos mais consumidos no Brasil, esse sucesso explica a quantidade de consumo nacional. De acordo com as estatísticas da Produção Agrícola Municipal (PAM), a produção de banana em 2019 foi de 6,812 milhões de toneladas, com uma área total de plantio de 467,639 hectares e um rendimento médio de 14754 kg por hectare. Em termos de lucro, sendo o valor da produção de banana em 2019 de aproximadamente 7,514 bilhões de reais (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2019).

Nos países produtores, a banana desempenha um papel importante em causar impactos sociais e econômicos, pois é uma fonte de renda para os produtores que empregam várias pessoas durante o processo de plantio, levando em consideração os aspectos de criação de oportunidades de emprego nas áreas rurais e urbanas, bem como quando o seu plantio contribui para o desenvolvimento da localidade (FIORAVANÇO, 2003).

No Brasil, existe várias cultivares de bananeira, algumas das quais mais apreciadas pelo consumidor, que podem ser consumidas in natura, fritas ou utilizadas na indústria para a produção de purê de frutas e néctar, frutas cristalizadas, xarope, vinho e geleias (DE MARTIN et al., 1967).

Deve-se notar que, apesar do aumento das safras comercializadas em grande escala, a fruta ainda é produzida especialmente por pequenas e médias instituições. As organizações familiares e os produtores utilizam muito a mão de obra. O consumo *in natura* é feito por média de 98% da população (LIMA, 2006).

## **Mamão:**

De acordo com o Anuário Brasileiro de Fruticultura o Brasil, é o segundo maior produtor de mamão (*Carica papaya*) no mundo atrás somente da Índia. A área colhida diminuiu, principalmente nos estados da Bahia, Espírito Santo Ceará e Rio Grande do Norte e Minas Gerais (Anuário Brasileiro de fruticultura – 2018).

O mamão é uma fruta extremamente perecível, suscetível a doenças pré e pós-colheita. Dentre as doenças que afetam as frutas, se evidencia a antracnose que causa a limitação da vida útil de prateleira das frutas. Embora não apresentem sintomas no momento da colheita, ela se manifestará no decorrer do empacotamento, armazenamento e transporte, tornando a fruta inutilizável para a distribuição acarretando grande prejuízo.

### **Manga:**

A manga (*Mangifera indica*) está entre as frutas tropicais mais importantes e consumidas, parte da produção é para consumo *in natura* e a outra parte é destinada a fabricação de derivados.

Segundo o IBGE a produção de manga no ano de 2019 foi de aproximadamente 1.414.338 toneladas, a área destinada à colheita 67.328 hectares e rendimento médio de 221.007 kg/ha, sendo o estado da Bahia o maior produtor, segundo dados do IBGE (2019).

A mangicultura tem sido uma das principais atividades frutícolas do país, com desempenho alto nos últimos tempos, o mercado de exportação possui participação ampla, geração de renda e emprego no Brasil (Almeida ET AL. 2005).

Apesar de ser produzida em todo o país a manga concentra-se principalmente no Nordeste. O maior produtor é a Bahia, com 221.370 hectares de frutas colhidas e produtividade de 353.689 toneladas. (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2018).

Um dois principais problemas encontrados no cultivo da manga é a perda pós-colheita, ocasionadas por doenças, por isso tem-se a necessidade de buscar técnicas a serem aplicadas para conservar e prolongar a vida útil de prateleira, utilizando o ozônio como métodos de sanitização.

### **Morango:**

O morango (*Fragaria*) é uma planta que pertence à família rosaceae com espécies frutíferas de valor econômico. É uma planta nativa das regiões de clima temperado da Europa e América (QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996; RONQUE, 1998).

O morango é vermelho brilhante, possui cheiro envolvente, textura e gosto ligeiramente azedo (Henrique e Cereda, 1999). É um pseudofruto, pois se origina de uma única flor com vários ovários, não climatério e a parte comestível é o próprio morango (Chitarra & Chitarra, 2005). A cor do morango vem das antocianinas, e seu sabor único vem do ácido cítrico, ácido málico e açúcares (Silva, 2006).

### **3.1.2 Hortaliças**

#### **Alface:**

As folhas da alface (*Lactuca sativa*) podem ser lisas ou crespas, com ou sem cabeça. Também há alface com folhas roxas ou folhas cortadas, ela é uma considerável fonte de sais minerais, em especial cálcio e vitaminas (Catálogo Brasileiro de Hortaliças, 2010).

De acordo com o Censo Agropecuário realizado em 2021, o setor de folhosas no Brasil é líder em alface. A produção de alface em 2017 foi de 671,5 mil toneladas, em 108.382 empresas produtoras em todo o país (Anuário Brasileiro de Hortifruti, 2021).

Alface (*Lactuca Sativa*) é uma planta cultivada através da tecnologia NFT (Nutrient Membrane Technology ou Solution Laminar Flow), cultivo hidropônico do lisianto, maior eficiência na utilização da água e de nutrientes, o tratamento pode ser realizado em uma área maior. Isso porque se adapta facilmente ao sistema, tem apresentado altos rendimentos e redução do ciclo associado ao preparo do solo. Os vegetais folhosos são indicados na dieta nutricional das pessoas que tratam da obesidade e de doenças crônico-degenerativas (doenças cardiovasculares, diabetes mellitus e câncer) têm expandido o mercado devido ao seu baixo valor calórico. Destaca-se a importância da alface na nutrição e saúde humana, por possuir vitaminas e minerais, a alface é uma hortaliça muito consumida e popular dentre as folhosas. Ela é consumida *in natura*, nesta circunstância a sua composição média é a seguinte: 100 gramas: água: 94%; valor calórico: 18 calorias; proteína: 1,3 gramas; extrato etéreo: 0,3 g; carboidratos totais: 3,5 g; fibra: 0,7 g; cálcio: 68 mg; fósforo: 27 mg; ferro: 1,4 mg; potássio: 264 mg; tiamina: 0,05 mg; riboflavina: 0,08 mg; niacina: 0,4 mg; vitamina C: 18,0 mg (Sgarbieri 1987).

### **Batata-baroa:**

A batata desempenha um papel muito importante como fonte de alimento em todas as regiões do mundo. Além disso, sua eficiência produtiva garante um grande aproveitamento da área destinada à produção de alimentos, aspecto importante ao observar o cenário mundial que passa por constante crescimento populacional.

A batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*) é nativa dos Andes colombianos, ela é uma hortaliça muito importante e anual. O Brasil é um dos maiores produtores desse tipo de raízes, a produção é cerca de 95%, sendo destinada ao comércio *in natura*.

No entanto, a produção é limitada ao consumo regional, pois seu prazo de validade após a colheita é muito curto (2 a 3 dias, nas condições usuais de exposição do mercado varejista), limitando a exportação de safras excedentes para locais distantes das terras onde foram cultivadas (BUSO *et al.*, 2014). Sendo a podridão-mole fundamental causadora das altas perdas de produção no decorrer do transporte, armazenamento e comercialização do produto, ela é apontada como uma das doenças mais importantes que ocorrem nas raízes (LOPES; HENZ, 1998).

### **Cenoura:**

A cenoura (*Daucus carota*) é uma das hortaliças mais importantes da economia brasileira. Entre as hortaliças cultivadas no País, ela ocupa a quinta colocação, com 480 mil toneladas produzidas por 23,4 mil organizações. De acordo com o último dado divulgado pelo Censo Agropecuário do IBGE em 2017 (Anuário Brasileiro de Hortifruti, 2021).

De maneira geral, as características das hortaliças podem ser expressas pela sua totalidade, frescor, sabor e textura, aliadas a outras características como: físicas, químicas ou estéticas, de forma a vincular a composição química aos atributos sensoriais que devem ser considerados na compra do produto (Chitarra & Chitarra, 2005).

A cenoura é uma espécie de hortaliça com alto valor nutricional e fonte de vitamina A; e a literatura confirma que o valor nutricional é citado como um dos atributos mais importantes nas decisões de compra (Souza, 2005). Os atributos que mais

impactam os consumidores são sabor ou aroma, textura e aparência. Porque eles se baseiam na aparência e no que parece ser saboroso (Kader 2002).

De acordo com Duda e Araújo (2003), a raiz da cenoura precisa ser densa, laranja firme e sem pigmentação verde ou roxa na parte superior, tem que ter de 15 a 20 cm de comprimento e 3 a 4 cm de diâmetro, é consumida in natura. A cenoura é o principal tubérculo com valor econômico consumido no Brasil sendo um dos vegetais mais plantados (Vieira et al., 1997).

### **Repolho:**

O repolho (*Brassica oleracea var. capitata*) é a quinta hortaliça produzida em maior quantidade no Brasil isso ocorre por causa do excepcional valor nutricional que ele possui, por ser versátil permite que o seu consumo possa ser in natura ou processado industrialmente, bem como às propriedades terapêuticas, que tornam o repolho uma comida popular e barata, com significativa importância socioeconômica (Silva Junior, 1991).

Com o tempo, cultivares adaptadas a altas temperaturas foram obtidas e com isso elas puderam uma ampliação tempo plantio e colheita. Desse modo, a seleção das cultivares ficou mais criteriosa, o plantio se estendeu por todo o ano, nas mais variadas regiões que produzem repolho (Filgueira, 2007).

Uma das formas encontradas para analisar o desempenho das plantas no decorrer dos dias, das semanas, dos meses ou período de todo o seu ciclo, de formas variadas de cultivo, é através da avaliação do seu crescimento mediante medidas da área foliar, da massa da matéria seca e do número de unidades estruturais, verificado qual ou quais as cultivares que mais produzem em cada sistema de plantio escolhido (Benincasa, 1988).

### **Tomate:**

O Brasil ocupa posição de destaque na venda de tomate (*Lycopersicon esculentum*) fresco, na atualidade o tomate industrial tem sido um dos mais significativos artigos do agronegócio, em escala nacional e mundial.

De acordo com dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), ocorreu diminuição no plantio do tomate, principalmente do tomate tipo mesa em torno de 9,2%. Essa queda ocorreu no início do isolamento ocasionado pelo novo coronavírus (Covid -19), pois os produtores diminuíram o plantio (Anuário Brasileiro de Hortifruti, 2021).

Conforme dados da CONAB (2021), o tomate deve continuar subindo os preços de compra no atacado. Devido à queda da temperatura, o desenvolvimento dos frutos e a época da colheita tardia, refletem a tendência de redução da oferta do produto no mercado.

As frutas e hortaliças são os principais fornecedores de vitaminas A e C, possuem baixo teor de calorias e proteínas, sendo 90% de vitamina C encontrada nos alimentos, 50% da vitamina A e apenas 10% e 7% de calorias e proteínas, nessa ordem (SALUNKHE; BOLIN; REDDY, 1991). O tomate em termos nutricionais tem a ele atribuído quase que inteiramente à vitamina C, porque os outros componentes aparecem em teores muito baixos se tornando pouco relevantes (CARVALHO, 1980).

O tomate é um vegetal que possui importante significado nutricional e econômico, tomando um conjunto de 10 vitaminas e minerais como exemplo, o tomate ocupa o 16º lugar em termos de concentração desses nutrientes, mas ocupa o primeiro lugar em termos de sua contribuição para a dieta (SALUNKHE & DESAI, 1984).

### **3.2- OZONIZAÇÃO NO CONTROLE DE PRAGAS E DOENÇAS**

Os primeiros dados sobre o gás ozônio apareceu no ano de 1781, mas ele não foi reconhecido como substância química até 1837, e ele recebeu esse nome em virtude ao seu cheiro único. O ozônio é uma molécula composta por três átomos de oxigênio agregados pela adição de um radical livre de oxigênio e uma molécula de oxigênio (EVANS, 1972).

Os primeiros a evidenciar que o oxigênio conseguiria ser convertido em ozônio, foram Bequerel e Freny. Eles usaram um experimento compreensível através de uma experimentação compreensível de descargas elétricas abrangendo oxigênio (O<sub>2</sub>) produziu ozônio (O<sub>3</sub>) e com o acréscimo de solução de iodeto de Potássio (KI) o ozônio



era absorvido na medida em que era gerado (RIDEAL, 1920; OLIVEIRA e WOSCH, 2012).

A sanitização é um método que emprega reagentes químicos ou físicos para destruir microrganismos patógenos existentes na água, sendo eficaz para produtos derivados de plantas e impossibilitando a síntese de proteínas, de ácidos nucleicos e coenzimas, de acordo com White (1999). Ainda em conformidade com o autor o sanitizante precisam eliminar os organismos patogênicos, sem causar toxicidade aos animais e ao homem. Além de não provocar mudanças no alimento, ter um custo baixo e proporcionar segurança no transporte, separação, armazenamento e manejo (BORGES e GUIMARÃES, 2002).

O primeiro experimento com o objetivo de utilizar o ozônio como sanitizante foi ao tratamento de água, a Holanda no ano de 1893, e subsequentemente no ano de 1960 na Universidade de Sorbonne em Paris, França, iniciaram-se as pesquisas. As pesquisas sobre o atual composto iniciaram com o químico Marius Paul Otto, que destacou em seu artigo, “Recherches sur l’ozone”, pesquisa sobre o efeito antimicrobiana do ozônio e passou a usá-lo nas estações de tratamento de água e esgoto em 1907, originando a “Compagnie des Eaux et de l’Ozone”, Companhia de Água e de Ozônio (CEO). O ozônio foi usado em mais de 100 estações de tratamento em 40 regiões diferentes da França e do mundo em 1936. Em escala comercial, em termos de tratamento de água, os Estados Unidos instalaram ozônio em 1940 (RIDEAL, 1920; GRAHAM, 1997; NOVAK e YUAN, 2007).

O ozônio é classificado como um potente agente oxidante, sob estresse oxidativo, ele pode danificar membranas celulares e até mesmo acarretar morte celular em diversos organismos (HOLLINGSWORTH e ARMSTRONG, 2005).

O emprego do ozônio como forma de desinfetante é uma tecnologia que já era utilizada desde meados do século XX. Tal como, tem-se a desinfecção de água na França superior a 100 anos. Mas de um século várias áreas do conhecimento fizeram experimentos com ozônio. Em termos de preservação de alimentos, o ozônio foi aplicado pela primeira vez na refrigeração de carnes em 1909. Naquela época, por causa do seu valor inicial, era equiparado a outros produtos mais acessíveis, como o cloro. (CHIATTONE et al., 2008).

No ano de 1982 o ozônio foi reconhecido como um elemento seguro (GRAS – "Generally Reconined as Safe"), pelo FDA (Food and Drug Administration), e só sendo possível a sua utilização como sanificante em água engarrafada. Tempos depois, o FDA permitiu que o ozônio fosse usado como um aditivo alimentar direto; isso permitiu o uso de ozônio como um agente antimicrobiano nas etapas de manipulação, armazenamento e processamento de alimentos (GRAHAM, 1997; KIM et al., 1999a; SOPHER et al., 2002; GÜZEL-SEYDIM et al., 2004; FDA, 2013).

O teste inicial a partir do ozônio foi como inseticida para o combate aos insetos domésticos, com a finalidade de conservar a higiene no âmbito residencial (FARONI et al, 2008). Em relação ao controle de pragas em locais de armazenamento de produtos, o primeiro estudo foi publicado na década de 1980 (ERDMAN, 1980).

Nos dias de hoje, essa técnica vem sendo empregada com inúmeras finalidades, como: o tratamento de água de piscinas, a preservação de alimentos, plantas, equipamentos, frutas e vegetais, a desinfecção de recipientes de água. Diversas áreas do conhecimento, como a medicina, passaram a utilizar o ozônio para a chamada terapia de ozônio em diversos estudos relacionados à saúde humana (MENDEZ et al., 2003; GÜZELSEYDIM et al., 2004; SOUSA et al., 2008; JUNIOR e LAGES; 2012)

Quando o ozônio excede uma determinada concentração, torna-se um gás tóxico. Um determinado limite máximo de exposição deve ser definido. Além disso, os trabalhadores expostos ao ozônio devem se submeter a exames médicos com frequência (LANGLAIS et al., 1991). O ozônio pode ter efeitos nocivos, se utilizado em altas dosagens, sendo capaz de ocasionar ranço oxidativo, modificar sabor e cor. As mudanças que ocorrem físico-químicas ou sensoriais estão relacionadas à constituição química do alimento, à quantidade de ozônio aplicada e as condições de procedimento (KIM et al., 1999).

O alto potencial oxidativo do gás ozônio faz com que ele se destaque como um excelente sanitizante nos alimentos. Essa capacidade de oxidação permite que ele seja considerado o terceiro mais eficaz encontrado na natureza. A potencialidade de oxidação do ozônio é de cerca de 2,07 mV, em contra partida o potencial de oxidação do flúor é de cerca de aproximadamente 3,06 mV. Por outro lado, o potencial de cloro

utilizado para higiene alimentar é de cerca de 1,36 mV (KIM et al., 1999a; GÜZELSEYDIM et al., 2004; MAHMOUND e FREIRE, 2007).

Devido à alta capacidade oxidante que o ozônio possui na desinfecção e esterilização dos alimentos, em pouco tempo de contato e baixas concentrações, ele tem se tornado cada vez mais promissor no mercado. A tabela 1 demonstra o potencial de oxidação dos agentes.

**Tabela 1 – Os agentes oxidantes e propriedades de oxidação**

<u>Agente oxidante</u>	<u>Propriedades de oxidação (mV)</u>
Flúor	3,06
Ozônio	2,07
Peróxido de hidrogênio	1,78
Permanganato	1,67
Dióxido de cloro	1,5
Hipoclorito	1,49
Cloro	1,36

---

Fonte: Manley et al., 1967 apud Güzel-Seydim et al., 2004.

Em temperatura ambiente e concentrações baixas o ozônio, revela-se um gás incolor. Mas em concentrações elevadas assume a cor azul. Conforme a temperatura aumenta, o ozônio reduz sua solubilidade em água e perde a estabilidade (SILVEIRA, 2004; LAPOLLI et al., 2003; USEPA, 1999; LANGLAIS; RECKHOW; BRINK, 1991). No entanto, o aumento da temperatura não modifica significativamente a velocidade da desinfecção com ozônio, podendo-se observar que a desinfecção é relativamente independente da temperatura (SILVEIRA, 2004; LAPOLLI et al., 2003; USEPA, 1999; LANGLAIS; RECKHOW; BRINK, 1991). A pesquisa adequada pode apresentar a dimensão residual do ozônio na etapa gasosa ou líquida, que é muito relevante, principalmente para a indicação da quantidade de ozônio utilizada. A probabilidade de medir o ozônio de forma correta repercutira em diminuição dos gastos, no rendimento,

na prevenção e no desenvolvimento de projetos que visem à utilização de ozônio (USEPA, 1999; WICKRAMANAYAKE, 1991).

O gás ozônio é um potente agente antimicrobiano que pode inativar ou inibir o desenvolvimento de fungos e aflatoxina potenciais, como *Fusarium*, *Geotrichum*, *Myrothecium* e *Mucor* (RAILA et al., 2006; WU et al., 2006; ZOTTI et al., 2008; ALENCAR et al., 2013). O ozônio possui uma ampla gama de efeitos, podendo atuar sobre as formas de vírus, bactérias, fungos, leveduras e esporos (KIM et al., 1999b; KHADRE et al., 2001a; GÜZEL-SEYDIM et al., 2004; AGUAYO et al., 2006; ÖZTEKIN et al., 2006; WHANGCHAI et al., 2006; ALENCAR, 2009; OSKAN et al., 2011).

A inativação de microrganismos pelo ozônio é principalmente devido à destruição das membranas celulares e subsequente dispersão dos componentes citoplasmáticos, em outras palavras, a completa inativação da célula (KIM et al., 1999a; KHADRE et al., 2001a; CULLEN et al., 2009).

Existem dois mecanismos pelos quais o ozônio destrói biomoléculas: o primeiro mecanismo é a oxidase do ozônio, grupos sulfidríla e aminoácidos de proteínas e peptídeos; no segundo mecanismo. O papel do gás é atuar como um oxidante de ácidos graxos poliinsaturados em peroxiácidos. Do ponto de vista da segurança alimentar, a capacidade do ozônio em inativar ou inibir o desenvolvimento de microrganismos é fundamental, pois pode representar um método de controle de diferentes tipos de microrganismos, principalmente patogênicos (Victorin, 1992).

Desde 1975, o uso de compostos clorados tem sido restringido devido à formação de subprodutos altamente tóxicos e carcinogênicos, como compostos organoclorados, Trihalometano (THM) e ácido haloacéticos quando aplicado a materiais orgânicos (Chiattonne et al., 2008). Pesquisas têm sido realizadas para determinar o tipo de aplicação de ozônio, por meio de fumigação ou imersão em água de ozônio; para isso, é necessário considerar o tempo e a concentração devido à exposição do alimento a ser tratado (Mlikota-Gabler et al., 2010; Alencar et al., 2013).

Existem características que evidenciam as desvantagens no emprego do cloro, como elevação da temperatura da água de lavagem que proporciona a liberação do cloro gasoso (Cl<sub>2</sub>), que se torna tóxico. A eficácia do cloro também diminuirá se entrar em contato com metais, alta temperatura, matéria orgânica e luz, além de uma alta

dependência ao pH do meio. Ele é considerado corrosivo para certos materiais componentes dos equipamentos, porém por outro lado esporos bacterianos, oocistos e protozoários apresentam certa resistência à ação do cloro (Silva et al., 2011).

O ozônio possui alto poder de oxidação, o que proporciona alta capacidade de desinfecção e zantização o que permite com que a ação sanitizante aconteça em um tempo menor de ação e concentração (Silva et al., 2011).

#### **4- METODOLOGIA**

A metodologia de elaboração desta revisão consistiu em uma pesquisa bibliográfica com a identificação de informações utilizando as palavras-chave ozônio, sanitização e inativação microbiana, através de levantamento bibliográfico disponível em bibliotecas físicas e bases de dados virtuais, além de dissertações e teses fundamentais para a discussão deste assunto; a análise da adequabilidade do conteúdo ao tema proposto; a compilação dos dados e posterior reunião por tópicos específicos e fichamento das informações e referências respeitando a fidelidade dos originais (Medeiros, 2009).

Com a finalidade de atestar a habilidade no controle de pragas, doenças e prolongar a vida útil, de frutas e hortaliças, foram selecionados 10 experimentos disponíveis na literatura, 05 sobre frutas e 05 sobre hortaliças, com o intuito de analisar os resultados obtidos dos efeitos e a efetividade quanto à utilização do ozônio no processo de sanitização. O critério de escolha dos trabalhos se deu por meio dos que possuem maior relevância para o assunto proposto sobre as frutas e hortaliças que possuem importância para o mercado consumidor.

## 5- ESTUDO DE CASO: EXPERIMENTOS COM A UTILIZAÇÃO DA OZONIZAÇÃO:

### EXPERIMENTO 1:

O experimento de Jacques, *et al.*, (2014), Universidade Federal do Pampa (Unipampa) e Universidade Federal de Pelotas (UFPel), tem por finalidade avaliar a eficiência da desinfecção em variadas concentrações de ozônio e mostrar o efeito da desinfecção da amora-preta a cv. Tupy referente aos compostos de antocianina total.

A água do ozônio é feita borbulhando gás ozônio em água destilada a 2° C. 15 minutos (1,75ppm), 30 minutos (3ppm) e 1 hora (4ppm). Para tal finalidade, um dispositivo foi usado como gerador de ozônio (Trata OZ, modelo TLS 6A) ele foi fornecido pela OZ Engenharia Ltda. (RS). Que produz ozônio por meio de descarga elétrica oxigênio, baseando no efeito corona. A quantidade residual do ozônio na água foi mensurado pelo modo Padrão do Índigo, admitido mundialmente pelo United States Environmental Protection Agency (EPA) e pelo International Ozone Association (IOA), tornando-se o único método a constar no Standards methods for the examination of water and wastewater (1997).

A determinação de bolores e leveduras foi realizada para contagem de bolores e leveduras, foi utilizado o método de plaqueamento direto em superfície das diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  e  $10^{-4}$  em meio Ágar Batata Dextrose. Para confirmação da presença de E. coli, uma alçada de tubos contendo caldo EC que apresentavam turbidez, com ou sem produção de gás no interior do tubo de Durhan, foi semeada em placas de Petri contendo Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB). As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas.

Determinação de *Salmonella* Alíquotas de 1mL da cultura pré-enriquecida foi transferidas para dois tubos, contendo cada um 10mL de caldo de enriquecimento seletivo, composto pelo caldo Tetracionato - TT e pelo caldo Rappaportt - RV, e incubadas (TT 24h/37°C e RV 24h/45°C). A partir desses caldos, uma alíquota de cada tubo foi semeada em ágar XLD e outra em ágar HE e incubadas em estufa a 35°C por 24h.

Determinação de antocianinas totais A determinação de antocianinas totais foi feita utilizando-se etanol acidificado, seguindo método original (Lees e Francis, 1972). O cálculo do conteúdo total de antocianinas foi baseado na Lei de Beer e os resultados foram expressos em mg de cianidina 3-glicosídeo por  $100 \text{ g}^{-1}$  de amostra.

A desinfecção das frutas utilizando o ozônio se mostrou eficiente com todas as concentrações empregadas, para manter os níveis de bolores e leveduras de acordo com o anexo I do Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta da Instrução normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000.

Não foram encontrados dados de sanitização de frutas com ozônio nas concentrações utilizadas neste estudo, sendo que fazendo uma comparação com sanitização a partir de soluções cloradas, alguns autores necessitaram de concentrações bem mais elevadas para manter os níveis no padrão Federal. Antonioli (2005), utilizou NaOCl, na concentração de  $200 \text{ mg.L}^{-1}$  para abacaxis com cloro obtendo, nesta concentração, êxito na sanitização.

Frutos desinfetados com ozônio apresentam bons resultados, independente da concentração utilizada, sem alterar os compostos antocianínicos presentes. A mesma situação foi observada na desinfecção e mostrou-se eficaz em todas as concentrações, sendo o ozônio uma opção viável para a desinfecção de frutas e não produz resíduo ou compostos tóxicos.

## **EXPERIMENTO 2:**

Estudo realizado por Alencar *et al.* (2013), Universidade Federal de Viçosa(UFV), Viçosa-MG. Trabalho realizado com objetivo avaliar a qualidade físico-química, microbiológica e sensorial da banana ozonizada por via seca e por via úmida. Para o tratamento por via seca, os frutos foram fumigados diretamente com ozônio por 30 minutos. Para o tratamento da banana por via úmida, efetuou-se a ozonização da água por 20 minutos, e em seguida imersão dos frutos na água ozonizada por 10 min. Em ambos os tratamentos a concentração do gás e a vazão utilizadas foram  $0,36 \text{ mg L}^{-1}$  e  $1,5 \text{ L minutos}^{-1}$ , respectivamente. A qualidade dos frutos foi avaliada no início do armazenamento e aos 3; 6; 9 e 12 dias. Analisaram-se as variáveis: perda de massa

fresca (PMF), acidez total titulável, sólidos solúveis totais, pH, relação polpa/casca, índice de cor da casca, severidade de podridões, análise microbiológica (contagem total de fungos e leveduras) e análise sensorial. Em geral, os frutos imersos em água ozonizada foram os que apresentaram melhor qualidade ao longo do armazenamento. No procedimento por método seco, as bananas foram fumigadas de modo direto com ozônio por 30 minutos. Para o procedimento úmido da fruta, foi aplicado a ozonização da água por 20 minutos, e depois imersão dos frutos em água ozonizada por 10 minutos. Nesses dois os procedimentos a quantidade de gás e a vazão empregadas foram 0,36 mg L<sup>-1</sup> e 1,5 L min<sup>-1</sup>, de modo respectivamente.

Sobre as bananas imersas em água de ozônio, ocorreram pequenas perdas durante todo o período de armazenamento. Após 12 dias, observou-se uma perda inferior a 10% do material fresco, indicando que esse tratamento não prejudicará as bananas e reduz o desperdício. Mas nas frutas que não foram ozonizadas, as chamadas de controle, a perda de substâncias frescas foi maior, essa perda é referente à maior concentração de água na fruta verde, mas na fase madura, o teor de água tem a tendência de diminuir por que ocorre a aumento na taxa da transpiração.

O aspecto das bananas que foram submetidas ao ozônio é estatisticamente distinto das bananas controle. O tratamento com água ozonizada é uma nova alternativa para gestão pós-colheita das bananas, uma vez que retarda a evolução das infecções fúngicas, reduz a matéria fresca perda e retarda a diminuição dos sólidos solúveis totais, bem como apresentar boa aceitação sensorial entre avaliadores.

O procedimento realizado com água com ozônio é uma nova opção para o manuseio da banana após a colheita, visto que ele pode atrasar o progresso das infecções ocasionadas por fungos e reduzir a quantidade de perda substâncias frescas. A diminuição de sólidos solúveis totais, apontando boa aceitação sensorial nas avaliações.

### **EXPERIMENTO 3:**

Experimento de Neto (2019) produzido na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), AM. Teve como objetivo tratamentos fitossanitários devem minimizar o risco



de doenças pós-colheita e, ao mesmo tempo, retardar os processos fisiológicos de senescência e maturação. As melhores alternativas recaem sobre os tratamentos alternativos, com destaque para o ozônio que, além de controlar o fungo, aumenta a vida útil, sem depreciar a qualidade dos frutos. Assim, objetivou-se, com esse trabalho, estudar o efeito do ozônio na conservação pós-colheita de mamão, visando o controle da antracnose e o aumento da vida útil dos frutos. O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Produto, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM. Os tratamentos foram constituídos por: aplicação de ozônio nas concentrações de 0 (controle); 0,6; 1,5 e 3,3 ppm; e aplicação pós-colheita de fungicida comercial. Em seguida, os frutos foram conservados em temperatura ambiente ( $27 \pm 2$  °C e  $85 \pm 5\%$  UR). Determinou-se a ação fitossanitária do ozônio, por meio da incidência, severidade, número e tamanho das lesões da antracnose; e a qualidade pós-colheita dos frutos, por meio da avaliação da vida útil; perda de massa fresca acumulada e diária (%), cor da casca, extravasamento de eletrólitos (%), sólidos solúveis (%), acidez titulável ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), relação SS/AT, pH e vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ).

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com dez (incidência, severidade, número e tamanho das lesões da antracnose e vida útil dos frutos) e cinco repetições (demais análises de qualidade pós-colheita). Para a vida útil se utilizou o teste Log-Rank ( $p < 0,01$ ), pelo estimador de Kaplan-Meier. Realizou-se análise de regressão considerando o tempo de armazenamento para as variáveis incidências, severidade, número e tamanho das lesões e perda de massa acumulada. Os dados extraídos das demais análises foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Estimou-se o coeficiente de correlação de Pearson para todas as variáveis ao nível de significância de 1 e 5% pelo teste t-Student.

O ozônio reduziu a severidade da antracnose a curto (3,3 ppm) e a longo prazo (1,5 ppm), tornando-se efetivo tanto quanto o fungicida comercial. O ozônio aumentou em sete dias a vida útil e manteve a qualidade pós-colheita dos frutos de mamão. Deste modo, o ozônio torna-se uma tecnologia potencial para uso em pós-colheita, como alternativa ao uso de agrotóxicos na redução da antracnose em frutos de mamão.

#### EXPERIMENTO 4:

O estudo realizado por Monaco (2015), na Faculdade de Ciências Agronômicas Campus de Botucatu (FCA) da Unesp, Botucatu-SP. Com foco na influencia de sanitizantes (ozônio e hipoclorito de sódio) no conteúdo de compostos bioativos e na atividade antioxidante durante o armazenamento refrigerado e na simulação de comercialização de mangas (*Mangifera indica* L.) 'Palmer' cultivadas em sistema orgânico e convencional e verificar as alterações durante o armazenamento de dois diferentes smoothies. Para atingir esse objetivo a tese foi dividida em cinco capítulos, no primeiro as mangas 'Palmer' orgânicas adquiridas no município de Borborema-SP e as convencionais, doadas pela Ogata Citrus (Taquaritinga-SP) foram transportadas ao laboratório de Bioquímica, onde foram submetidas a quatro tratamentos de imersão: imersão em água; em água clorada com  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de hipoclorito de sódio por 10 minutos e em água ozonizada por 10 ou 20 minutos.

As avaliações foram realizadas após a colheita e aos 7 e 15 dias de armazenamento refrigerado. Aos 7 dias, os frutos foram levados ao ambiente e as avaliações seguiram por 4 e 8 dias, para simular o período de comercialização. Determinaram-se a firmeza da polpa, pH, ácido ascórbico, sólidos solúveis, acidez titulável, polifenóis totais, flavonóides totais,  $\beta$ -caroteno, DPPH e FRAP. As análises microbiológicas foram realizadas após a colheita, aos 7 dias de armazenando refrigerado e aos 7 dias mais 4 em ambiente. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com esquema fatorial  $5 \times 8$  (dias de avaliação x tratamentos) com 3 repetições. Houve uma tendência dos frutos orgânicos e ozonizados apresentarem maiores conteúdos dos compostos bioativos, com isso maior atividade antioxidante, o que evidenciou que o ozônio pode substituir o cloro sem prejuízos aos frutos.

Os experimentos foram realizados através da lavagem dos frutos submetidos a quatro tratamentos de sanitização: imersão em água de abastecimento público; em água clorada com  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de v hipoclorito de sódio por 10 minutos e ozonização por 10 e 20 minutos, após a colheita e aos sete dias de armazenamento refrigerado seguido por 4 e 8 dias de armazenamento ambiente a fim de simular o período de comercialização.

O efeito da água ozonizada nos conteúdos de polifenóis totais, flavonoides, carotenoides e vitamina C da polpa e casca manga 'Palmer', que, após a colheita e submetida aos tratamentos de sanitizações por imersão em água, água clorada (10 minutos em hipoclorito de sódio  $100 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) ou água ozonizada por 10 ou 20 minutos, foram armazenadas a  $15^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\% \pm 5\%$  UR por 7 dias, seguidos de 4 dias armazenadas em temperatura ambiente (simulando o período de comercialização), totalizando 11 dias após a colheita.

A água com ozônio é considerada um ótimo desinfetante para mangas da variedade "Palmer", pois se mostrou eficiente, sendo uma alternativa para sanitização que conservou os frutos, impediu que a qualidade fosse reduzida e evitou o desperdício. A manga é uma excelente opção para estimular o consumo de frutas, pois além de preservar suas características organolépticas, também preserva a capacidade antioxidante, trazendo muitos benefícios a saúde. A água clorada por motivos de precaução não foi utilizada nos frutos orgânicos, porque ela pode formar um subproduto.

## **EXPERIMENTO 5:**

O experimento de Ferreira (2017) realizado na Universidade de Brasília (UnB), DF. Teve como finalidade avaliar o avaliar a influência do pH na eficácia da água ozonizada para inativação de microrganismos na pós-colheita de morango (*Fragaria x ananassa Duch.*) da variedade "Portola", conseqüentemente avaliar possíveis efeitos na qualidade físico-química durante o armazenamento.

Utilizou-se três lotes em que o gás ozônio foi dissolvido na água na concentração de  $21 \text{ mg L}^{-1}$  por 15 minutos de borbulhamento e três lotes em que não foi ozonizada, correspondendo aos tratamentos: água destilada ozonizada com pH 3,0 e concentração de ozônio na água de  $0,11 \text{ mg L}^{-1}$ , água destilada ozonizada com pH 6,5 e concentração de ozônio na água de  $0,08 \text{ mg L}^{-1}$ , água destilada ozonizada com pH 8,7 e concentração de ozônio na água de  $0,04 \text{ mg L}^{-1}$ ; os outros três tratamentos foram testemunhas, água destilada com pH 3,0, 6,5 e 8,7. Para se chegar ao valor de pH 3,0 utilizou-se ácido cítrico e para o valor de pH 8,7 utilizou-se bicarbonato de sódio, o pH

6,5 não foi alterado. O tempo de imersão em todos os tratamentos foi de 5 minutos. Após essa etapa os morangos foram armazenados em câmara fria a 5 °C por 6 dias.

A obtenção do gás ozônio foi realizada a partir de um gerador de ozônio (Modelo O&L 5.0 RM) baseado no método de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD) – efeito corona. A realização da contagem realizada para constatar bolores e leveduras (YM), aeróbios mesófilos (AC) e coliformes totais e *Escherichia coli* (EC) foi utilizado o sistema Petrifilm™ (3M Microbiology, St. Paul, MN, USA), conforme indicação.

O uso da água de ozônio em distintos pH's pode ser apontada como uma alternativa relevante para obtenção de qualidade de morangos após a colheita. Foi constatado que o pH motivou a efetividade da água de ozônio no combate a microrganismos prejudiciais ao morango, a água ozonizada foi eficaz em diminuir a perda da massa fresca, mantém os níveis do pH e sólidos solúveis totais, a acidez total titulável e as variáveis pertinentes a coloração.

## **EXPERIMENTO 6:**

O estudo de Cavalcante *et al.*, (2015), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), SP. Teve o objetivo avaliar a sanitização de alface americana (*Lactuca sativa*) com água ozonizada, para prolongar a vida útil do da mesma quando fossem guardadas a 2°C.

Na etapa de produção agrícola, a contaminação pode originar no solo contaminado, na água de irrigação que já esteja contaminada, no adubo orgânico, nos excrementos de animais, etc. Na colheita e no processamento, podendo a contaminação ocorrer de forma cruzada (CRUZ *et al.*, 2006).

Água de ozônio, utilizada para a desinfecção foi separada em três porções contendo 21 amostras em cada um das parcelas, sendo mergulhadas em água sanitizada com uma aplicação de 1,0mg L<sup>-1</sup> de ozônio, alterando o tempo de imersão em 1, 2 e 3 minutos.

A limpeza realizada com água ozonizada, no entanto, apontou que ela é eficiente na contenção da infecção de todos os microrganismos analisados, a ampliação do tempo de submersão ocorreu aumento progressivo e significativo da inativação microbiológica (P<0,05), mostrando que o ozônio manteve-se atuante por

toda a duração em que teve contato. Não foi encontrada *Salmonella* nas amostras e as análises de coliformes termotolerantes mostrou que eles foram reduzidos.

A água com ozônio na concentração de  $1,0\text{mg L}^{-1}$  demonstrou o efeito efetivo na desinfecção da alface americana, da qual esse efeito de inativação, ampliou em incubência do tempo de interação da alface e a água de ozônio avaliado por um período de até três minutos.

Além disso, as amostras submetidas à ozonização apresentaram retardo do crescimento dos microrganismos sobreviventes durante a estocagem, sendo que a utilização da água ozonizada na concentração de  $1,0\text{mg L}^{-1}$  por 3 minutos foi capaz de promover a adequação da alface durante 10 dias de estocagem a  $2^{\circ}\text{C}$ , atendendo os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação vigente.

No controle de *Salmonella*, não se pode afirmar, pois o microrganismo não foi isolado do controle. Os efeitos do ozônio como sanificante pode se destacar a aplicação deste estudo como um processo positivo para redução da carga microbiana em alface.

## **EXPERIMENTO 7:**

O experimento realizado por Faroni (2017), desenvolvido Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG. Com batata-baroa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) que foram submetidas ao tratamento com água a borbulhada com ozônio, com a finalidade de observar o controle de bactérias do gênero *Erwinia*.

No estudo utilizou-se raízes de batata-baroa, da variedade Amarela de Senador Amaral, Elas foram coletadas e lavadas à mão, escolhidas e de imediato submetidas ao procedimento de ozonização, utilizando-se um tanque cilíndrico de PVC com 35 cm de diâmetro e 60 cm de altura, composto por uma tampa e ligações para injeção e exaustão de gás.

No estudo a concentração de gás ozônio borbulhado que foi utilizado no reservatório de sanitização foi calculado utilizando o tratamento iodométrico indireto. Esse gás foi borbulhado continuamente na concentração de  $8,15\text{ mg L}^{-1}$  e vazão de  $2\text{ L min}^{-1}$ , em 20 L de água destilada a  $20^{\circ}\text{C}$ , por meio de uma mangueira furada em formato de espiral, fixa no fundo do reservatório. As raízes foram imersas em água

ozonizada ( $1,52 \text{ mg L}^{-1}$ ) por um período de até até 30 minutos, foram acondicionadas em câmara climática e avaliadas durante 10 dias.

As raízes que foram tratadas com ozônio por 30 minutos apresentaram menor atividade característica das enzimas pectinametilesterase. Ocorreu efeito linear para açúcares solúveis totais e perda de massa, e efeito quadrático para açúcares redutores e não redutores significativos apenas para o período de armazenamento.

A água borbulhada com ozônio não foi suficiente para o controle de bactérias do gênero *Erwinia*, a ozonização não provocou alteração na perda de massa, no teor de amido, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e açúcares não redutores, e na variação de cor das raízes de batata-baroa.

## **EXPERIMENTO 8:**

O estudo foi realizado por Souza (2017) na Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG. Com o interesse de avaliar a ação do ozônio na deterioração dos resíduos de agrotóxicos e na preservação pós-colheita de cenouras (*Daucus carota*). O referido trabalho investigou a cinética de dissipação natural de difenoconazol e linurom e a eliminação dos agrotóxicos em cenouras utilizando o ozônio como uma técnica de erradicação.

O procedimento realizado com gás ozônio e ozônio dissolvido em água é uma forma eficaz de remover resíduos de difenoconazol e linuron após a colheita, sem formar intermediários tóxicos na cenoura. A porcentagem de remoção aumenta com a concentração de ozônio e o tempo do procedimento. Ademais, a exposição da cenoura ao ozônio gasoso e a dissolução em água não mudou a qualidade com relação, a dureza e a porcentagem de perda de volume e nem a coloração da hortaliça.

Todavia, o técnica utilizando o ozônio diluído na água afetou provisoriamente o pH das cenouras, enquanto o tratamento com ozônio em forma gás evitou esse aumento Durante o armazenamento, dos sólidos solúveis são aumentados, estendendo desta forma a vida útil desses vegetais. O ozônio mostrou-se uma ferramenta efetiva na eliminação dos resíduos de defensivos agrícolas nas cenouras sem afetar as características e removendo resíduos das cenouras.

## **EXPERIMENTO 9:**

Estudo feito por Silva (2013), Universidade Estadual Paulista “JULIO DE MESQUITA FILHO”, Faculdade de Ciências Agrônomicas Campus de Botucatu, (SP). Com objetivo de avaliar o desempenho do ozônio como sanitizante na pós-colheita de repolhos, híbrido Fuyutoyo, ele é a quinta hortaliça mais produzida no Brasil, por causa da sua excelente composição nutricional, a versatilidade do consumo in natura, utilizou-se o ozônio devido as suas propriedades e por não formar subprodutos.

O repolho utilizado foi um híbrido Fuyutoyo. Eles foram plantados propriedades distintas, de um produtor convencional e de produtor orgânico, em de Botucatu/SP. Os tratamentos realizados nos repolhos orgânicos e convencionais foram imersão em ozônio, água e cloro.

Tratamento controle – Os vegetais orgânicos e convencionais foram submetidos apenas às operações de lavagem com água da rede de abastecimento público durante 10 minutos. Tratamento padrão - As amostras padrão (orgânicos e convencionais) foram submetidas ao tratamento de imersão em água clorada com 100 mg L<sup>-1</sup> de hipoclorito de sódio durante 10 minutos. Tratamento por ozonização - Amostras de vegetais (orgânicos e convencionais) foram submetidas à sanitização por ozonização, utilizando-se água de abastecimento público, em dois tempos de exposição: 10 e 20 minutos.

No décimo segundo dia houve maior teor de flavonóides totais em repolhos sanitizados com cloro no sistema de cultivo convencional. No vigésimo dia as sanitizações com cloro, água ozonizada no tempo de 10 e 20 minutos, no sistema de cultivo orgânico, assim como a sanitização com ozônio no tempo de 10 minutos no sistema de cultivo convencional, apresentaram maiores níveis desses compostos.

A utilização da água ozonizada utilizada para desinfecção (diluído em água) não foi prejudicial e nem causou a redução das clorofilas nos repolhos. A sanitização não demonstrou uma predisposição precisa sobre o aumento ou diminuição da atuação antioxidante dos repolhos sejam eles convencional ou orgânico.

A ozonização se mostrou eficiente para manter a qualidade no controle microbiológico, também mostrou resultado satisfatório na análise da presença de pesticida dos vegetais convencional e orgânico.

## **EXPERIMENTO 10:**

Experimento desenvolvido por, Simão et al., 2009, Universidade Federal de Rondônia (UNIR), RO. Com objetivo de demonstrar a ação do ozônio no aumento de vida útil de prateleira e conseqüentemente prolongar a comercialização. Foi utilizado um ozonizador, equipamento usado para produção do ozônio e tomates da variedade “Débora”. Submetidos ao tratamento com 1 ppm (vol/vol) de ozônio durante 24 horas a 25°C e 65% de umidade relativa. Observadas as qualidades físicas como: perda de massa, estágio de maturação, injúria e senescência avaliadas após 15 dias de armazenamento.

O ozônio favoreceu na queda de produção de etileno, no armazenamento e comercialização de acordo com o aumento de acúmulo de ozônio, até próximo do dia seis a coloração dos tomates permaneceu a mesma sem alteração, começando a mudar a partir do sétimo dia. Ocorreu a preservação dos tomates, não tendo prejuízos provocados por fungos, bactérias e injúrias no tempo em que ficaram armazenados.

A aplicação do ozônio (O<sub>3</sub>) na preservação do tomate no tempo após a colheita sob concentração de 1 ppm (vol/vol), no período de 24 horas a 25°C e umidade relativa a 65%. Apontou que a diminuição da massa fresca pode diminuir em até 50%, a ocorrência de fungos, bactérias e injúrias que reduziu em 26% e a senescência pode ser atrasada por oito dias. Ao comparar os tomates tratados, com a amostra de controle, os frutos tratados com ozônio tiveram menos perda de massa, menores porcentagens de injúrias causadas por fungos e maior retardamento no apodrecimento, mas quanto ao nível de maturação diferença foi irrelevante, pois não apresentou distinções consideráveis entre o tomate que recebeu tratamento e os comercializados conforme os meios clássicos de armazenagem. Em relação à perda de massa fresca pode ser reduzida em até 50%, a incidência de fungos, bactérias e injúrias foi reduzida em 26% e a senescência retardada por oito dias, a utilização do ozônio em proporções ideais auxilia o aumento da qualidade da vida útil de prateleira do tomate.



## **6- CONCLUSÃO**

A sanitização, realizada com ozônio, mostra-se eficiente no controle de pragas, doenças e residual de agrotóxicos de frutas e hortaliças. Mantém a qualidade dos alimentos e prolonga à vida útil o que se torna essencial, nos dias atuais, com a crescente procura da sociedade, por alimentos de qualidade e sustentabilidade. A desinfecção com água ozonizada, não traz prejuízos à saúde e tão pouco ao meio ambiente. Além de ser uma forma de controle viável economicamente e segura.

## 7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASFRUTAS – Associação Brasileira dos Produtores de Frutas e Derivados. **Recorde de frutas**, 2021. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2021/10/rn-deve-ter-exportacao-recorde-de-frutas/>

ALENCAR, E. R. **Processo de Ozonização de Amendoim (Arachis hypogea L.): cinética de decomposição, efeito fungicida e detoxificante de aflatoxinas e aspectos qualitativos**. 2009. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

ALENCAR, E. R. ; Faroni, L. R. D.A.; Pinto, M. S. ;Costa, A. R.; Silva, T. A. **Qualidade pós-colheita de banana cv. “nanicão” ozonizada**. Artigo Científico. Revista Ciência Agrônômica, v. 44, n. 1, p. 107-114, jan-mar, 2013. - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. Disponível em: [www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br)

ALENCAR, E. R.; FARONI, L.R.D.; PINTO, M.S.; COSTA, A.R. Postharvest quality of ozonized nanicão cv. Bananas. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, p. 107-114, 2013.

ALMEIDA, C. O. de; CARDOSO, C. E. L.; SANTANA, M. do A. Comercialização. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Ed.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 15, p. 177-184. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

AGUAYO, E.; JANSASITHORN, R.; KADER, A.A. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. **Postharvet Biology and Technology**, v.40, p.269-278, 2006.

ANGLAIS, B.; RECKHOW, D. A.; BRINK, D. R. **Ozone in water treatment: application and engineering**. Chelsea: AWWARF and Lewis Publishers, 1991. 568 p.

ANTUNES, L. E. C.; Carvalho G. L.; Santos A. M. **A cultura do morango** 2. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128281/1/PLANTAR-Morango-ed02-2011.pdf>

**ANUÁRIO BRASIELEIRO DE HORTI&FRUTI 2018** / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96 p. : il. ISSN 2178-0897 1. Horticultura – Brasil. 2. Hortaliças. 3. Frutas. I. Kist, Benno Bernardo.

**ANUÁRIO BRASIELEIRO DE HORTI&FRUTI 2019** / Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96 p. : il. ISSN 2178-0897 1. Horticultura – Brasil. 2. Hortaliças. 3. Frutas. I. Kist, Benno Bernardo.

**ANUÁRIO BRASIELEIRO DE HORTI&FRUTI 2021**/ Benno Bernardo Kist... [et al.]. – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2021.

BARKAI-GOLAN, R. **Postharvest diseases of fruits and vegetables: Development and control**. Amsterdam: Elsevier, 2001, 418p.

BENINCASA MMP. 1988. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: UNESP-FCAV, 41p.

BORGES, J. T.; GUIMARÃES, J. R. A Formação e os Riscos Associados à Presença de Triazolmetanos em Águas de Abastecimento. **VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - VI SEBESA**. 2002. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/sibesa6/seis.pdf>. Acesso em: 22/10/2021.

BUSO, E. K. R. P. M.; CLEMENTE, E.; ESTRADA, K. R. F. S.; ZÁRATE, N. A. H.; OLIVEIRA, J. S. B. Comportamento pós-colheita de mandiocinha-salsa revestida com quitosana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 850-855, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000400024>.

CANEPPELE, M.A.B. et al. **Correlation between the infestation level of Sitophilus zeamais Motschulsky**, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v.47, p.625-630, 2003.

CAVALCANTE, D. A.; Júnior, B. R. C. L.; Tribst, A. A. L.; Cristianini, M. **Vida de prateleira de alface americana tratada com água ozonizada**. Universidade Estadual de Campinas ,UNICAMP. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.11, p.2089-2096, nov, 2015.

CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIAZI, R. C. **Aplication of ozone in industry of food**. *Alimentos e Nutrição*, v.19, p.341-349, 2008.

CHIATTONE, P. V.; Torres, L. M.; Zambiazzi, R. C. **Aplication of ozone in industry of food**. *Alimentos e Nutrição*, v.19, p.341-349, 2008. Di Bernardo, L.; Dantas, A. D. B. *Métodos e técnicas de tratamento de água*. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2005. 1565p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735p.

Chitarra MIF & Chitarra AB (2005) **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, UFLA. 785p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Hortigranjeiro**, Brasília, DF, v. 7, n.8, ago. 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/cidaa/Downloads/Boletim-Hortigranjeiro-Agosto-2021.pdf>.

CRUZ, A.G. et al. Good agricultural practices in a Brazilian produce plant. **Food Control**, v.17, p.781-788, 2006. Disponível em: . Acesso em: 24 jul. 2014. doi: 10.1016/j. foodcont.2005.05.002.

CULLEN, P. J.; TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P.; MUTHUKUMARAPPAN, K. Modelling approaches to ozone processing of liquid foods. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v.20, p.125-136, 2009.

DAMEZ, F.; LANGLAIS, B.; RAKNESS, K. L.; ROBSON, C. M. Operating an ozonation facility. In: LANGLAIS, G.; RECKHOW, D. A.; BRINK, D. R. (Ed.). **Ozone in water treatment: Application and engineering**. Lewis Publishers, p. 469-490, 1991.

DE MARTIN, Z.; SGARBIERI, C.; MENEZES, T. B.; LEITÃO, M. F.; GARRUTI, R.S. **Produção de purê de banana acidificado e néctar de banana**. Coletânea Inst. Tec. Alimentos, 1:273-298, 1967.

DUDA C; ARAUJO ES. Efeito do espaçamento entrelinhas na produção de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB, 2003. (CD-ROM).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos

ERDMAN, H.E. **Ozone toxicity during ontogeny of two species of flour beetles, Tribolium confusum and T. castaneum**. Environmental Entomology, v.9, n.1, p.16-17, 1980.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food and Agricultural commodities production**. Disponível em: Acesso: 22/10/2021.

FDA (Food and Drug Administration). Revised, 2013. **Direct Food Substances Affirmed as Generally Recognized as Safe**. Disponível em: 31 . Acesso em: 23/10/2021.

Freitas-Silva, O.; Morales-Valle, H.; Venâncio, A. **Potential of aqueous ozone to control aflatoxigenic fungi in brazil nuts**. ISRN Biotechnology, v.2013, p.1-6, 2013a. <http://dx.doi.org/10.5402/2013/859830>.

FIORAVANÇO, J. C.; 2003. **MERCADO MUNDIAL DA BANANA**: produção, comércio e participação brasileira Informações Econômicas, SP, v.33, n.10, out. 2003.

FREITAS-SILVA, O.; Souza, A. M.; Oliveira, E. M. M. **Potencial da ozonização no controle de fitopatógenos em pós-colheita**. In: Luz, W. C. da. (org.). Revisão anual de patologia de plantas. 1.ed. Passo Fundo: Gráfica e Editora Padre Berthier dos Missionários da Sagrada Família, v.21, p.96-130. 2013b.

FERREIRA, W. F. S. **Eficácia da água ozonizada no controle de microrganismos em morango (Fragaria x ananassa Duch.) e efeito na qualidade físico-químico durante o armazenamento**. Dissertação de mestrado. Brasília: UnB 2017.

GRAHAM, D. M, 1997. **Use of ozone for food processing**. Food Technol. 51(6):72-75.

GÜZEL-SEYDIM, Z.; GREENE, A. K.; SEYDIM, A. C. Use of ozone in the food industry. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v.37, p.453-460, 2004.

HENRIQUE, C.M. ; CEREDA, M. P. **Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (Fragaria Ananassa Duch) cv IAC Campinas**. Ciência e Tecnologia em Alimentos, Campinas,v.19, n.2, p.270-276, 1999.

HOLLINGSWORTH, R.G.; ARMSTRONG, J.W. **Potential of Temperature, Controlled Atmospheres, and Ozone Fumigation to Control Thrips and Mealybugs on Ornamental Plants for Export.** Journal of Economic Entomology, v.98, n.2, p.289-298. 2005.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Produção agropecuária.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/manga/br>. Acessado em: 10/09/2021.

JACQUES, A. C. ; OLIVEIRA, F. M.; ZAMBIAZI, R. C.; GANDRA , E. A. **Utilização de ozônio como sanitizante de frutas: efeito sob as antocianinas totais da amora-preta.** Congresso Brasileiro de Engenharia Química. UNIPAMPA.2014.

JUNIOR, J. O. O.; LAGES, G. V. Ozonioterapia em lombociatalgia. **Artigo de Revisão. Revista Dor**, vol. 13, nº 3. Central da Dor e Estereotaxia do Hospital Antonio Cândido Camargo da Fundação Antonio Prudente (FAP). São Paulo - SP, 2012.

KADER AA. 2002. **Postharvest Technology of Horticultural Crops.** California: Ed. University of California: Division of Agriculture and Natural Resources Publication, 535p

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J.G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252. 2001.

KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J. G. Microbiological Aspects of Ozone Applications in Food: A Review. **Journal of Food Science**, v.66, n.9, p.1242-1252, 2001a.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enchancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, v. 62. n.9, p. 1071-1087, 1999.

KIM, J. G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of ozone for enchancing the microbiological safety and quality of foods: a review. **Journal of Food Protection**, v. 62. n.9, p. 1071-1087, 1999a.

LAPOLLI, F. R.; SANTOS, L. F.; HÁSSEMER, M. E. N.; AISSE, M. M.; PIVELI, R. P. **Desinfecção de efluentes sanitários por meio da ozonização.** In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patógenos e substâncias nocivas: aplicação para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidropônica. Vitória: PROSAB, 2003. p. 169-208.

LOPES, C. A.; HENZ, G. P. **Podridões-moles das hortaliças causadas por bactéria.** Brasília: Embrapa-CNPQ, 1998.

LIMA, M. B.; RODRIGUES, M. G. V.; COSTA, E. L. Controle da sigatoka-amarela na PI da banana (PIB) no norte de Minas Gerais. In: **SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS**, 8., 2006, Vitória: INCAPER, 2006. p. 179-180.

LUENGO, R. F. A.; Henz, G. P.; Moretti, C. L.; Calbo, A. G. **Pós-colheita de Hortaliças**. Coleção Saber, 6. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/86808/1/00081040.pdf>

MAHMOUND, A.; FREIRE, R. S. Métodos emergentes para aumentar a eficiência do ozônio no tratamento de águas contaminadas. **Química Nova**, v. 30, n. 1, pp.198-205, 2007.

MEDEIROS, J. B. Redação científica: **A prática de fichamentos**, resumos, resenhas. 11.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MENDEZ, F.; MAIER, D. E.; MASON, L. J.; WOLOSHUK, C. P.; Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. **Journal of Stored Products Research**, v. 39, n.1, p.33-44, 2003.

MELO, E. A; MANCINI FILHO, J.; GUERRA, N. B. Characterization of antioxidant compounds in aqueous coriander extract (*Coriandrum sativum* L.). **Lebensm. Wiss. Technol.**, v. 38, n. 1, p. 15-19, 2005.

Mlikota-Gabler, F.; Smilanick, J. L.; Mansour, M. F.; Karaca, H. Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.55, p.85-90, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.09.004>

MONACO, K. A. **Influência da sanitização e do armazenamento nos compostos bioativos de manga 'Palmer' in natura e processada**. Botucatu: FCA UNESP.2015.

NETO, O. P. S. **Ozônio na conservação pós-colheita de mamão**. Dissertação apresentada de mestrado. Manaus: UFAM. 2019.

NOVAK, J. S.; YUAN, J. T. C. The ozonation concept: advantages of ozone treatment and commercial developments. In: Tewari, G.; Juneja, V. K. (Eds.) **Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation**. Ames: Blackwell Publishing. p. 185-193. 2007.

OLIVEIRA, R. M.; WOSHC, C. L. **Ozonólise: A busca por um Mecanismo**. Química Nova. Vol. 35, No. 7, 1482-1485, 2012.

OSKAN, R.; SMILANICK, J.L.; KARABULUT, O.A. Toxicity of ozone gas to conidia of *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum*, and *Botrytis cinerea* and control of gray mold on table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.60, p.47-51, 2011.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; PASSOS, F. A.; SANTOS, R. R. Caracterização Botânica de Cultivares de Morangueiro. **Instituto Agrônomo de Campinas (IAC)**, 1996. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/mqbwNGgHTWBBYzmmMpvRfgM/?lang=pt&format=pdf>. Acesso: 11/10/2021.

RAILA, A.; LUGAUSKAS, A.; STEPONAVIČIUS, D.; RAILIENĖ, M.; STEPONAVIČIENĖ, A.; ZVICEVIČIUS, E. Application of ozone for reduction of mycological infection in wheat grain. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v.13, n.2, p.287-294, 2006.

RIBEIRO, P. H. ; Faroni, L. R. D. A. ; Finger, F. L.; Cecon, P. R.; Heleno, F. F.; Santos, R. R. **Ozônio como agente fitossanitário na conservação pós-colheita da batata-baroa**. 2017. Brazilian Journal of Food Technology.

RIDEAL, E. K. **The Manufacture of Chemicals by Electrolysis. Ozone**, 1920. University of Illinois. Digitized by the Internet Archive in 2007 with funding from Microsoft Corporation Disponível em: . Acesso em: 23/10/2021.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro: revisão e prática**. Paraná: EMATER, 206p. 1998.

Rozado, A. F.; Faroni, L. R. A.; Urruchi, W. M. I.; Guedes, R. N. C.; Paes, J. L. Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, p.282-285, 2008. [http:// dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000300009](http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000300009).

SALUNKHE, Dattajirao K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, V.1, 1991. 315p.

. & DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of vegetables**. v.1. Boca Raton: CRC Press, 1984. 208p.

SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição: fator de saúde e desenvolvimento**. Campinas: UNICAMP, 1987. 387p. UEDA, S. **Hidroponia: guia prático**. São Paulo: AgroCasa-deVegetação, 1990. 50p.

SIMÃO,R; Rodríguez,T. D. M. **Utilização do ozônio no tratamento pós-colheita do tomate**.Revista de Estudos Sociais, ano 11, n.2, v.2, 2019.

SILVA, J. P. **Modo de Cultivo e Sanitização na pós-colheita de repolho híbrido 'Fuyutoyo '**. Dissertação de mestrado. Botucatu: FCA UNESP. 2013.

SILVA, P.A. **Qualidade de morangos cultivados na região de Lavras-MG, armazenados em temperatura ambiente**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) -Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

Silva, S. B.; Luvielmo, M. M.; Geyer, M. C.; Prá, I. **Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos**. Ciências Agrárias, v.32, p.659-682, 2011. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p659>

SILVEIRA, I. C. T. **Cloro e ozônio aplicados à desinfecção de efluente hospitalar tratado em contadores biológicos rotatórios, com avaliação de efeitos tóxicos em**

**DAPHNIA SIMILIS.** 2004. Dissertação (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOPHER, C. D.; GRAHAM, D. M.; RICE, R. G.; STRASSER, J.H. **Studies on the Use of Ozone in Production Agriculture and Food Processing.** Proceedings of the International Ozone Association. Pan American Group, p.15. 2002.

SOUZA RAM. 2005. **Mudanças no consumo e na distribuição de alimentos** - O caso da distribuição de hortaliças de folhas na cidade de São Paulo. Campinas: UNICAMP-IE. 150p. (Tese mestrado).

SOUSA, A. H.; FARONI, L. R. D.; GUEDES, R. N. C.; TÓTOLA, M. R.; URRUCHI, W. I. Ozone as a management alternative against phosphine-resistant insect-pests of stored products. **Journal of Stored Products Research.** v.44, p.379-385, 2008.

SOUZA, L. P. **Ozônio na degradação de resíduos de agrotóxicos e na conservação pós-colheita de cenouras.** Programa de Pós-Graduação. VIÇOSA: UFV. 2017.

USEPA - United States Environmental Protection Agency. **Alternative disinfectants and oxidants guidance manual.** 1999. Disponível em: . Acesso em: 23/10/2021.

VICTORIN, K. Review of genotoxicity of ozone. **Mutation Research,** v.277, p.221- 238, 1992.

VIEIRA, D F. A. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças.** Alpha Gráfica e Editora, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194354/1/Catalogo-hortalicas.pdf>

VIEIRA, JV; PESSOA, HBSV; MAKISHIMA, N. **Cultivo da cenoura (Daucus carota L).** Brasília: EMBRAPA/CNPH, 19p. 1997. (Instruções Técnicas, 13).

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, p.821–825, 2006.

WICKRAMANAYAKE, G. B. **Disinfection and sterilization by ozone.** In: BLOCK, S. S. (Ed.). Disinfection and sterilization and preservation. 4. ed. Philadelphia: Lea and Febiyer, 1991. p. 182-190.

WU, J.; DOAN, H.; CUENCA, M. A. Investigation of gaseous ozone as an antifungal fumigant for stored wheat. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology,** v.81, n.7, p. 1288-1293, 2006.

ZOTTI, M.; PORRO, R.; VIZZINI, A.; MARIOTTI, M.G. Inactivation of *Aspergillus* spp. by ozone treatment. **Ozone-Science & Engineering,** v.30, n.6; p.423-430, 2008.



