

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**HAMILTON ANTONIO RODRIGUES**

**CONSTRUÇÃO DE UM GERADOR DE OZÔNIO, APLICAÇÕES E SEU CUSTO  
OPERACIONAL**

Botucatu-SP  
Dezembro – 2013

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO**

**HAMILTON ANTONIO RODRIGUES**

**CONSTRUÇÃO DE UM GERADOR DE OZÔNIO, APLICAÇÕES E SEU CUSTO  
OPERACIONAL**

Orientador: Prof. Dr. Ivan Fernandes de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
FATEC - Faculdade de Tecnologia de  
Botucatu, para obtenção do título de  
Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia  
em Agronegócio.

Botucatu-SP  
Dezembro – 2013

## AGRADECIMENTOS

A vida é dividida de momentos, dos quais passei quando criança, adolescente e adulto. Agradeço a estes momentos marcantes que ficaram eternos.

- Meu Pai Ilton (in memória) – grandeza absoluta;
- Minha Mãe Zilda cuida de mim até hoje, com 83 anos, minha energia nestes três anos de graduação – mãe idolatrada;
- Meus filhos Renan e Maira pelo carinho e pela dádiva de Deus por eles serem meus filhos – filhos esperança do amanhã;
- Minha esposa Rose uma estrela que brilhou em minha nova vida, deu o carinho e o incentivo para que eu pudesse estudar novamente – paixão, amor;
- Meus amigos da 5º turma de Agronegócio, todos eterna amizade sucesso;
- Os professores da Fatec eterna gratidão por passarem a mais nobre das riquezas – o conhecimento;
- Ao Departamento de Zoologia, docentes que sempre incentivaram que o estudo o conhecimento é um bem maior – o saber é a maior grandeza;
- Aos Funcionários do Departamento de Zoologia, que convivi e convivo, pela compreensão e respeito quando estive ausente das minhas atividades ou em horários que não pode contribuir com as tarefas do dia a dia – compreensão;
- Aos meus amigos da Unesp e de fora pela admiração da minha volta aos estudos;
- Aos meus familiares que sempre acreditaram em mim;
- A Fatec por ter as portas abertas a todos para oferecer as mais amplas oportunidades.

Agradecimentos especiais:

- Ao Professor Dr. Ivan Fernandes de Souza, que me acolheu, teve paciência e orientou sabiamente para a realização deste trabalho;
- Ao Professor Dr. Raoul Henry, do Departamento de Zoologia Unesp (Universidade Estadual Paulista) de Botucatu, agradeço todos esses anos de amizade, ensinamentos e convivência que foram importantes para a realização deste trabalho;
- Ao Técnico e companheiro de departamento (Zoologia – Unesp) Prof. Dr. Sílvio Cesar de Almeida, pela revisão do trabalho e orientações finais.
- À Tecnobrasil, (Jair Fumes) (pela amizade) e construção do gerador de Ozônio;
- À Deus soberano de todas as coisas...

O MEU MUITO OBRIGADO !!!!

## RESUMO

O ozônio descoberto em 1839, por Schombein tem sua formação espontânea na natureza e pode ser produzido através de geradores. Uma descarga elétrica em uma ampola de vidro com um spray de água contínuo pode gerar ozônio, ele é estável em água por um período possibilitando o seu variado uso, e um agente sanitizante eficaz e não deixa resíduo. As frutas e hortaliças do presente trabalho foram imersas em dois tratamentos com ozônio, três minutos e nove minutos em uma concentração de 6,5 ppm. As mesmas foram pesadas no início e a cada três dias até o final do período no décimo quinto dia, e a sua perda de massa específica foi transformada em porcentagem de massa perdida. O tratamento com imersão em água ozonizada em nove minutos foi mais eficiente, comparando com os outros tratamentos. Os indicadores de análise econômica dentre as três opções, apresenta um valor presente líquido gradual que finalizou uma receita mais satisfatória para o tratamento com imersão em nove minutos. O presente trabalho executou as observações em quilo do produto, em se tratando de tonelada mês provoca valores bem expressivos em perda de receita. Diante do que foi apresentado no estudo, recomenda-se um indexador para corrigir a desvalorização sofrida a cada perda dia dos produtos e consequentemente o valor de quilo e sua evolução no período de armazenamento, evitando que o produtor tenha que ofertar mais massa do produto para poder ser remunerado no valor do quilo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agronegócio. Custos. Gerador de gás ozônio. Poder germicida. Tecnologia simples inovadora.

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Fluxograma da produção do gás ozônio – efeito corona em um (spray de água).....	27
2	Gerador de ozônio, construído pela Tecnobrasil.....	28
3	Titulação do ozônio com tiosulfato de sódio.....	35
4	Psicrômetro de aspiração usado para as medidas de temperatura.....	38
5	Percentagem da umidade relativa do ar nos períodos de armazenamento.....	38
6	Recebimento das frutas e hortaliças adquiridas no comércio local, para a experiência com o tratamento com ozônio.....	39
7	Fluxograma do tratamento com ozônio.....	42
8	Mamões no balde de imersão com ozônio á 6,5 ppm (3 minutos e 9 minutos).....	43
9	Período de armazenamento dos mamões (1 <sup>o</sup> ao 15 <sup>o</sup> dia).....	45
10	Recepção dos pêssegos no laboratório da Tecnobrasil.....	46
11	Tratamento com ozônio imersão á (3 minutos e 9 minutos).....	47
12	Amostras de pêssego (1 <sup>o</sup> , 3 <sup>o</sup> , 6 <sup>o</sup> 3 9 <sup>o</sup> dia de armazenamento).....	47
13	Pseudofrutos (morango) após primeira lavagem com água destilada para a retirada de impurezas vinda do campo.....	49
14	Tratamento do morango com imersão no ozônio (3 minutos e 9 minutos)....	49
15	Armazenamento dos pseudofrutos (morango) nos períodos de (0, 3, 6 e 9 dias).....	50
16	Recepção das cenouras.....	51
17	Tratamento das cenouras com imersão em água ozonizada (3 minutos e 9 minutos).....	52
18	Período de armazenamento das cenouras.....	52
19	Tomada de peso das cenouras e observação das condições da hortaliça.....	53
20	Presença de manchas escuras nas cenouras.....	53
21	Recepção dos tomates no laboratório da Tecnobrasil.....	54
22	Período de armazenamento dos tomates após tratamentos (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias).....	55
23	Mandioquinha lavada e seca após recepção.....	56
24	Período de (0, 3 e 6 dias) de armazenamento das mandioquinhas.....	56
25	Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos do mamão usados no experimento.....	58
26	Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos de pêssego usados no experimento.....	59
27	Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos de morango usados no experimento.....	60
28	Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças cenoura usadas no experimento.....	61
29	Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças mandioquinha usadas no experimento.....	62
30	Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças tomate usadas no experimento.....	63
31	Fluxo de caixa no período de armazenamento das frutas e das hortaliças para o cálculo da (TIR, VPL e VAUE).....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Pág.
1	Referência da temperatura/solubilidade.....	32
2	Medidas de temperatura entre o ar (seco) e o ar (úmido), e a relação entre eles, registradas no período do experimento.....	37
3	Conversão da massa específica, preço dos frutos e das hortaliças no mercado e o seu valor real a cada depreciação do produto no decorrer do período de armazenamento sem e com tratamento com ozônio.....	65
4	Essa tabela relaciona o peso total dos frutos e das hortaliças e o valor do quilo dos produtos utilizados no experimento, com os custos de depreciação do gerador, gasto de energia elétrica e o gasto com o consumo de água, para que o gerador pudesse ozonizar o volume de água utilizado para os tratamentos....	68
5	Cálculo do custo de oportunidade (valor do gerador de ozônio).....	74
6	O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo mamão sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	77
7	O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo morango sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	79
8	O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo pêssigo sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	81
9	O preço em função da perda de massa específica sofrida pela cenoura sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	83
10	O preço em função da perda de massa específica sofrida pela mandioquinha sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	85
11	O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo tomate sem e com o tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.....	87

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PPM – PARTES POR MILHÃO.

RNA – ÁCIDO RIBONUCLEICO.

NPK – NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO.

ROS – MOLÉCULA RECUPERADORA.

LOPS – MOLÉCULA RECUPERADORA.

TMAR – TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE.

VPL – VALOR PRESENTE LÍQUIDO.

VAUE – VALOR ANUAL EQUIVALENTE.

TIR – TAXA INTERNA DE RETORNO.

COE – CUSTO OPERACIONAL EFETIVO.

RCB – RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO.

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA.

## LISTA DE SÍMBOLOS

- 1) N1. V1 = normalidade um multiplicado pelo volume um.
- 2) N2. V2 = normalidade dois multiplicado pelo volume dois.
- 3)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  = tiosulfato de sódio.
- 4)  $\text{MnSO}_4$  = sulfato manganoso.
- 5)  $\text{NaN}_3$  = azida de sódio.
- 6) Na OH = hidróxido de sódio.
- 7)  $\text{KIO}_3$  = iodato de potássio.
- 8)  $\text{H}_3\text{PO}_4$  = ácido orto-fósforico.
- 9)  $\text{Mn}_2$  = manganês.
- 10) OH = hidróxido.
- 11) t = temperatura ar (seco).
- 12) tu = temperatura ar (úmido).
- 13) PVC = filme plástico.
- 14) AC = amostra controle.
- 15) Kg = quilo.
- 16) mg/l = miligramas por litro.
- 17)  $\text{O}_3$  = ozônio.
- 18)  $\text{O}_2$  = oxigênio.
- 19)  $\text{H}_2\text{O}$  = água.
- 20)  $^\circ\text{C}$  = grau centígrado.
- 21) MAT = muita alta tensão.
- 22) Volts = medida de energia elétrica.
- 23) Kv = medida de força.
- 24) hertz = medida de energia elétrica.
- 25) triac = potenciômetros de alta potência.
- 26) V = volume.
- 27) Max. = máximo.
- 28) Min. = mínimo.
- 29) L = litro, medida de volume.
- 30) gr = medida de peso.
- 31) mg = miligramas, medidas de peso.
- 32) d = depreciação.
- 33) n = período tempo.
- 34) % = percentagem.
- 35) M = mão de obra.
- 36) CG = construção do gerador.
- 37) EA = energia elétrica e água.
- 38) Bt = benefício do projeto.
- 39) Ct = custo do projeto.
- 40) r = taxa mínima.
- 41) V = volume saída/tempo [1].
- 42)  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2$  [2].
- 43)  $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Mn}(\text{OH})_3$  [3].
- 44)  $2\text{Mn}(\text{OH})_3 + \text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{3+} + 6\text{H}_2\text{O}$  [4].
- 45)  $2\text{Mn}^{3+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{Mn}^{2+}$  [5].
- 46)  $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightarrow \text{I}_3^-$  [6].
- 47)  $\text{I}_3^- + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 3\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  [7].

$$48) O_3(\text{mg/l}) = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{Normalidade Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8 \times 1000}{\text{ml titulados da amostra} \times \frac{\text{volume frasco (ml)} - 4\text{ml}}{\text{Volume do frasco (ml)}}} \quad [8].$$

$$49) \text{Porcentagem de saturação (\%)} = \frac{\text{concentração } O_3 \text{ (mg/l)} \times 100}{\text{Solubilidade}} \quad [9].$$

$$50) N_1.V_1 = N_2.V_2 \quad [10].$$

$$51) T - TU \quad [11].$$

$$52) F = p(1+J)^n \quad [12].$$

$$53) DT = \frac{B - F}{N} \quad [13].$$

$$54) COE = (M+CG+EA) \quad [14].$$

$$55) VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad [15].$$

$$RBC = \sum_{t=0}^n \frac{B_t(1+r)^{-t}}{C_t(1+r)^{-t}}$$

$$56) \quad [16].$$

$$57) VAUE = VPL \left[ \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad [17].$$

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa e relevância do tema.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>A construção do gerador.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1</b>	<b>A aplicação do ozônio.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1.1.1</b>	<b>Custos operacionais.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.1.1.1</b>	<b>Construção do gerador.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Material.....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3</b>	<b>Estudo de caso.....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1</b>	<b>Processos físicos.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Tratamento das frutas e das hortaliças.....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.1.1</b>	<b>Processos de sanitização.....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1.1.1</b>	<b>Processos de custos.....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>90</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Depois da crise mundial por alimentos pós-guerra, os países em amplo crescimento na década de 40 até 70 conseguiram criar mecanismos para poder colocar sua produção agrícola em vários mercados no mundo todo. Os Estados Unidos potencializaram cada vez mais sua agricultura e conseguiram dar vazão a sua grande produção agrícola, valendo-se de vários mecanismos como: a implantação de Política de incentivos fiscais, o protecionismo, um novo paradigma (um modelo de política agrícola a ser seguido) e outras forças globais por eles mesmos estabelecidas, (RESENDE, et. al.; 2004, p. 34).

A passagem do período de crise agrária da primeira metade da década de 60 para o estilo de modernização agrícola que ora estamos vendo encontra-se fortemente documentado na formulação da política econômica do período (DELGADO, 2001, p. 137).

O Brasil na década de 60 começa suas primeiras iniciativas embora com poucos recursos para sua grande virada agrícola, firmando-se mais na década de 70 e começo de 80. O consumo interno aumentando nos países europeus e até mesmo nos Estados Unidos levaram os povos da região temperada a ser um grande consumidor dos nossos produtos. Historicamente, o mercado brasileiro sempre dependeu das importações para manter e suprir as necessidades internas, mais aos poucos consegue reverter essa tendência e, surpreendentemente sua exportação cresce a cada ano (KOTLER, 2000, p. 23).

Nos últimos anos, o público em geral tem-se preocupado com sua alimentação com os produtos consumidos, que requerem uma higienização rigorosa. Com isso a indústria, os consumidores, a comunidade médica e os órgãos de saúde pública têm tido um crescente interesse no desenvolvimento de produtos e equipamentos que possam facilitar os processos

de higienização. Com as mudanças no comportamento dos consumidores, e um novo estilo de vida da população, mais informações têm sido assimiladas pelos consumidores de produtos saudáveis, higienizados e com um tempo prolongado na prateleira que, refletem a sua preocupação (PRESTES, 2007, p. 48)

Existe uma real necessidade, assim como uma oportunidade, para o desenvolvimento de produtos e equipamentos com finalidade de proporcionar esse conforto. Com isso, a indústria os agricultores podem agregar um valor maior em seus produtos, maior diversidade, maior mercado evitar riscos à saúde e conseqüentemente, fornecer produtos de alta qualidade (KUNZ, 1999, p. 427).

Existem graves problemas higiênico-sanitários que comprometem a qualidade dos produtos e colocam em risco a saúde do consumidor (COUTINHO et. al.; 2008, p. 54).

Hoje a qualidade de um produto consumido requer muita atenção. Tem levado a mudanças nas tecnologias tradicionais de formulação de alimentos, o que inclui desenvolvimento na qualidade com baixos teores de contaminantes. Essa demanda tem sido direcionada para esses produtos que devem ser ofertados com um mínimo de riscos à saúde, associadas a um alto nível de qualidade. Somente, os produtos de alta qualidade com características de máxima segurança irão ter sucesso no mercado competitivo. As características sensoriais do produto são fundamentais para o sucesso no mercado, particularmente com a expectativa por parte dos consumidores para sua obtenção com baixos teores de contaminantes (SOUZA, 2006, p. 17).

A higiene dos produtos ofertados é possível, com baixos índices de contaminações. O produtor que aderir a essa determinação terá diminuição nas perdas e agregará mais valor ao produto obtendo um maior lucro. Com práticas melhores de higienização adequadas às necessidades do mercado, é possível proteger a qualidade do produto e a imagem da marca (DULLEY, 1987, p. 232).

A inserção do pequeno produtor através de iniciativas científicas e novas tecnologias é essencial para que a produção seja capaz de responder às demandas. O uso da tecnologia na agricultura proporciona à especialização da produção, o crescimento do emprego qualificado, a melhoria da infraestrutura e a formação de redes entre fornecedores de insumos, prestadores de serviços, produtores, agroindústrias e empresas de distribuição comercial (ROCHA, 1999, p. 37).

Segundo Antunes et. al.; (1996 p. 43), “um produtor com um nível de conhecimento acima da média, buscando constantemente novas tecnologias de produção e recursos

disponíveis para melhor usá-los alcançará o máximo de rendimento em cada atividade desenvolvida”.

Este é o resultado que se espera de um produtor voltado para o mercado, comercializando sua produção, trabalhando com uma diversificação tendo uma agregação de valores maiores em seus produtos. Isso tem que ocorrer nas pequenas e médias propriedades, permitindo aos produtores trabalharem com mais profissionalismo e com um nível tecnológico desejável, voltando-se a um mercado cada vez mais exigente (ANTUNES, 1996, p. 128).

Muitas técnicas vêm sendo usadas para o combate de agentes contaminantes: a utilização do ozônio é uma delas. O ozônio é um gás que é produzido espontaneamente na natureza, com o desprendimento de uma grande descarga elétrica no ar atmosférico (raio). Esse gás também pode ser produzido através de um gerador, que usa os mesmos princípios da natureza (uma descarga elétrica dentro de uma ampola de vidro produzindo assim o gás ozônio). Esta substância gasosa é altamente bactericida afetando diretamente o agente contaminante sem deixar resíduo. Sua possível utilização vem ganhando espaço em diversos centros de estudos no mundo e, principalmente no Brasil (PEREIRA, 2010, p. 8).

A literatura sugere que o melhor método para controlar a contaminação em alimentos é prevenir o crescimento de fungos através da adoção de boas práticas de higiene e produção de alimentos (MAZIERO et. al.; 2010, p. 92).

A comercialização de produtos com baixos índices de contaminantes continua a ser um importante objetivo de toda a cadeia produtiva. A questão que surge com o desenvolvimento de novas tecnologias é como conservar os alimentos por mais tempo sem alterar suas características. Além disso, deve-se ter conhecimento de como o produto pode ter uma vida de prateleira com mais segurança. O primeiro passo é fazer um estudo para entender a sua funcionalidade sem que possa afetar a textura, a aparência, o paladar, a estabilidade, etc (CHIATTONE, 2008, p. 346).

O estudo metuculoso das tarefas abrangidas cria um canal para que a empresa analise e desenvolva novos métodos, reduzindo seus custos e estabelecendo condições favoráveis para a ampliação de sua competitividade no mercado (TAMBORLIN & JULIATTO, 2009, p. 96).

A busca da qualidade normalmente exige custos às vezes altos. Para se produzir mais e melhor, os custos na atividade agrícola podem ser ao mesmo tempo simples ou complicados, e envolvem recursos, fatores de produção, mercado e tecnologia. O emprego de tecnologia barata muitas vezes pode ser um diferencial. Com a utilização de sistemas mais eficazes, os

produtores podem colocar no mercado produtos com uma grande margem de lucro (BUARQUE, 1991, p. 153).

O uso de geradores de ozônio pode permitir uma produção livre de contaminantes ampliando uma geração de recursos maiores para as propriedades. A expectativa é que esta nova realidade comece a mudar os parâmetros da lucratividade. Com medidas acertadas no controle de higienização dos produtos, os produtores podem ter uma oportunidade de desenvolver uma linha de produtos que podem proporcionar uma venda mais sofisticada, com uma agregação maior de valor (PEREIRA, 2010, p. 10).

### **1.1 Objetivo**

- À construção do gerador de ozônio

Construção, seu desenvolvimento, avaliação de sua economia em relação a custo, consumo de energia elétrica e água.

- Aplicação do ozônio produzido, nos produtos agrícolas (frutas e hortaliças)

Foram estimados e investigados os processos gerados.

- Análises de custos

Aquisição do aparelho, custo de aplicação e a análise dos indicadores financeiros.

### **1.2 Justificativa e relevância do tema**

A sanitização dos produtos agrícolas é importante para os tempos modernos. As pessoas não disponibilizam de tempo e o alimento tem que chegar à mesa do consumidor com uma alta confiabilidade para serem consumidos. A importância do gerador de ozônio, na desinfecção e no combate de agente contaminante pode melhorar a qualidade dos alimentos, e ser um diferencial sem deixar resíduos.

A descoberta de Schombein em 1839, “tem mostrado que a molécula de ozônio é produzida a partir do oxigênio elementar e tem caráter metaestável” (LAPOLLI et. al.; 2003), com formação espontânea na natureza principalmente na estratosfera em pequenas quantidades, pela ação da radiação ultravioleta do sol sobre o oxigênio diatômico. Porém para quebrar as moléculas de oxigênio, uma grande quantidade de energia é requerida, proveniente das descargas elétricas (raios), isso acontece naturalmente na natureza. Esse processo pode ser feito também pela ação do homem, produzindo ozônio através de geradores, após indução de uma descarga elétrica em um ambiente, para obtenção de ozônio, em escala comercial.

Na produção de ozônio para fins comerciais, a técnica é construir geradores que são capazes de gerar ozônio através do processo de corona, que é constituído por dois eletrodos submetidos a uma elevada diferença de potencial, sendo o ozônio gerado, pela passagem do ar entre os dois eletrodos.

O ozônio na natureza serve como um medidor de poluição atmosférica. Estudos recentes mostram a utilização do ozônio como um medidor indireto de poluição ambiental nas grandes cidades. Na natureza pelo contrário, quanto mais poluição maior é a geração de ozônio (CHIATTONE, 2008, p. 345).

A construção de geradores de ozônio está trazendo grandes benefícios em muitas áreas, com uma infinidade de aplicações, esta via requer maiores estudos e usado uma atenção especial das autoridades. Com seu poder destruidor, vem sendo usado para combater os microorganismos, sem deixar qualquer resíduo (PEZZI, 2009, p. 8).

A importância da geração do ozônio e seus efeitos e sua utilização em diversas aplicabilidades foram descritas por Pinho (2011, p. 12).

- em 1886 na Holanda, desinfecção de água no tratamento da cidade;
- em 1893 na Europa, em diversas patologias;
- em 1909 nas câmaras frias em estocagem de carnes;
- em 1997 nos Estados Unidos, em lavagem de carcaças de frangos;

Conforme Chiattonne (2008, p. 344), o ozônio vem sendo utilizado na manipulação e no processamento de alimentos de origem vegetal e animal com garantia na higiene, cor, odor e aspecto visual, sem deixar resíduos que possam provocar reações indesejáveis. As novas tecnologias são muito importantes trazem uma perspectiva ampla sobre novas possibilidades de visão. Com seus empregos, vislumbramos detalhes de um caminho que todas possam agregar mais valores para seus empreendimentos. Há aspectos essenciais para uma caracterização de novas tecnologias. Deve apresentar um elemento material (condição base),

um conjunto de ações humanas (as pessoas, desejando uma mudança) e haver uma relação entre o material e as pessoas (idealizar e construir).

A construção do gerador de ozônio deve proporcionar uma integração dos produtores à nova tecnologia e, focalizar uma nova realidade de rendimentos maiores. Esta prática já é vivida pelo primeiro mundo, e estamos tendo necessidades de colocar nossos produtos com grande qualidade nos mercados internacionais, evitando a improvisação. A gestão de novas tecnologias não é fácil de ser mantida em uma produção funcionando de modo contínuo. Há necessidade de uma infraestrutura bem pensada, um gerenciamento e a manutenção do planejado.

A agroindústria brasileira vem se destacando com o aumento da produção, principalmente de grãos, obtido mediante investimentos em novas tecnologias de plantio e colheita, além do uso de variedades mais produtivas, o que tem tornado o País um dos maiores produtores de grãos no mundo (CONAB, 2006, p. 38).

Segundo Pereira et. al.; (2008, p. 149) “investe-se pouco em novas tecnologias pós-colheita, convivendo com elevadas perdas causadas por insetos-praga que infestam grãos e subprodutos armazenados”.

“Atualmente, o setor agrícola enfrenta o problema do baixo valor agregado de seus produtos e do alto custo de seus insumos, que podem reduzir a margem de lucro da atividade do setor agrícola” (SANTOS, et. al.; 2002, p. 275).

Abre-se um novo horizonte como afirma Kells et. al.; (2001, p. 380):

Avaliando a eficácia do ozônio como fumegante para desinfestação de milho armazenado, verificaram que o tratamento de 8,9 toneladas de grãos de milho com 50 ppm de ozônio, durante três dias, resultou uma faixa de mortalidade entre 92 e 100%. Com o resultado obtido e comparando com outros produtos, por exemplo, cloro; o ozônio é o segundo maior agente oxidante perdendo apenas para o flúor. Usando ozônio na solução nutritiva em hidropônica, ele combate esses agentes e não deixam que nas soluções cresçam patógenos indesejáveis como bactérias, fungos e vírus com difícil controle e trazendo enormes perdas para as plantas.

São inúmeras as aplicações do ozônio para a cadeia produtiva agropecuária, focam-se os estudos em melhoria de frutas, verduras e leguminosos. Ozônio aplicado com outras substâncias (amidos) forma uma película comestível, o produto ganha um tempo de exposição em prateleira prolongado, e esta película não interfere na qualidade organoléptica. O projeto expõe a abrangência para toda a cadeia produtiva gera conhecimento, proposta e combate as perdas de produção, habilita a novas tecnologias para os pequenos e médios produtores, visa redução dos custos operacionais e estima o tempo de perda do produto.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A construção do gerador**

Destaca Adam Smith (1776), do que veio a ser chamado: “A inovação tecnológica” constante incorporação de conhecimento aos processos e produtos tornando ingredientes essenciais para a competitividade da empresa (WAGNER, 2010, p. 9). A construção do gerador ozônio que já vem sendo estudado com grande atenção no Brasil nos últimos anos, possivelmente contribuirá para geração de novas ideias. Trata-se de uma preocupação totalmente em sintonia com as aspirações dos produtores. Com os desafios presentes no ciclo de produção marcado pelas perdas, mais do que nunca a construção torna-se uma verdadeira possibilidade, capaz de gerar e aplicar uma oportunidade para se desenvolver uma economia mais rentável aos médios e pequenos agricultores.

#### **2.1.1 A aplicação do ozônio**

Propõe-se neste projeto, a aplicação do gás ozônio como um sistema purificador germicida, como demonstra experiência ocorrida em outros países.

O uso do ozônio tornou-se notório nas últimas décadas em função da implementação de padrões cada vez mais restritos em relação aos subprodutos da cloração. Na indústria de alimentos, o ozônio pode ser utilizado em processos de sanitização de superfícies e equipamentos, bem como no uso direto sobre as matérias-primas com o objetivo de inativar microrganismos e aumentar a vida de prateleira dos produtos alimentícios (SILVA et. al.; 2011, p. 12).

Podem surgir bolores e actinomicetos (um filo de bactéria Gram-positivas) termorresistentes em polpa e molho de tomate processados assepticamente em embalagens Tetra Park. O uso do Ozônio poderá inibir esse acontecimento sem deixar qualquer resíduo, aumentando o valor esterilizado do produto e seu processo térmico redimensionado (mais tempo de prateleira). Uma vez validada, a metodologia de controle contribui para certificação maior para os consumidores (MAZIEIRO, 2010, p. 90).

“Alguns relatos são encontrados em literatura sobre as propriedades da molécula de ozônio em interferir de maneira favorável na reparação de tecidos e na sua ação antimicrobiana, de diversas doenças” (FRASCINO, 2011, p. 22).

Estudos mostram uma grande aplicação do gás de ozônio (em gel) em lesões e úlceras com um resultado animador de cicatrização, substituído a convencional. Relatos são apresentados no combate de mastite com 90% de recuperação da mama em apenas sete dias, com um agravante favorecedor sem deixar resíduos podendo o animal quase que imediatamente a vir produzir leite (PEREIRA, 2003, p. 19).

Os agentes desinfetantes tradicionais, cloro e hipocloritos mais usuais, já veem sendo substituídos por outros menos nocivos á saúde.

“No Brasil, não se tem feito uso de agentes desinfetantes alternativos tais como ozônio” (SANCHES et. al.; 2003, p. 18).

Nosso país possui enorme potencial de recursos naturais e um poder intelectual enorme. Começam a surgir sérios avanços no estudo e emprego dessas formas alternativas. Será um ganho positivo à agricultura, meta inicial dessa proposta. No futuro, poderá atender bem aos menos providos de recursos financeiros.

Do ponto de vista econômico e ambiental mostra que:

“O desempenho obtido pode ser atribuído ao fato de o ozônio ser letal em poucas horas aos insetos-praga de produtos armazenados tendo como consequência a equivalência dos valores da massa específica dos grãos de milho tratados e não tratados com o ozônio” (BURKS et. al.; 2000, p. 86). “A conservação de grãos e sua proteção durante o armazenamento constituem uma necessidade social e econômica” (PEREIRA et. al.; 2008, p. 146).

“Podemos criar uma indústria química sem impactos ambientais. O momento atual é rico, criativo e promissor para a indústria química e os sinais são perceptíveis” (POLLI & FRAGA, 2003, p. 345).

Sem dúvida alguma é uma tendência á adoção de sistemas adequados para a qualidade de vida.

Essa molécula tem propriedades extraordinárias na desinfecção e descontaminação de vários processos relacionados com a saúde pública como tratamento de piscinas, de esgotos urbanos, de carnes, peixes, frutos e legumes, de resíduos hospitalares e de resíduos de agrotóxicos com aplicações industriais bem sucedidas há mais de 115 anos, em todo o mundo (CBB, 2010).

A minimização dos agentes nocivos á saúde, diminuição do potencial de contaminação habilita.

O ozônio é um agente biocida de bactérias, fungos, leveduras e vírus. Tem alto poder de oxidação, inativa rapidamente os microorganismos e ao decompor-se não deixam resíduos. É reconhecido oficialmente como agente sanificante seguro de alimentos (PEZZI, 2010, p. 16).

O mundo em transformações diante das novas tecnologias.

As novas tecnologias tornaram-se o novo paradigma técnico-econômico vigente após o fim do modelo fordista de produção. A importância da inovação como principal fator para a mudança tecnológica e conseqüentemente, para o avanço da economia moderna, novos produtos e novos equipamentos ocorreram no Brasil no período de 2003 – 2008 (PLONSKI 2005, p. 29).

Surgem as revoluções, tais como a revolução verde, com muitos problemas.

A indústria conseguiu fixar um novo paradigma, nas escolas, na extensão e na pesquisa agrícola. Vamos chamá-lo paradigma NPK + V. NPK que corresponde a nitrogênio, fósforo, potássio, o V significando veneno. Os fertilizantes comerciais tornaram-se um grande negócio depois da Primeira Guerra Mundial (LUTZENBERGER, 2001, p. 72).

Na agricultura, a origem do processo se dá com a decisão do produtor do que e quando plantar, observar o cenário para determinar a tomada de decisão é fundamental que ele possa.

Entender o comportamento do consumidor tem, na atualidade, importância vital, já que permite uma interação mais eficiente e eficaz com o mercado. Favorece não só atender as necessidades e desejos do consumidor, mas estar satisfazendo-o de forma contínua. Permite, ainda, que se explorem oportunidades ambientais e se obtenha sinais de tendências na quantidade e qualidade do consumo (PENNA, 2008, p. 46).

É possível para o agricultor optar por sistemas de produção nos quais se propõem alternativas de produção visando.

Mudanças no comportamento alimentar e estilo de vida da população mundial resultaram em aumento significativo no consumo de frutas e hortaliças frescas. No Brasil, este fato também é observado, considerando o aumento no nível de vida e na educação dos consumidores, que estão mais preocupados com sua saúde e, portanto, buscam alimentos frescos e saudáveis (HOLTZ, 2006, p. 18).

### **2.1.1.1 Custos operacionais**

Tem-se preocupado cada vez mais intensamente com os custos das operações. Trata-se de uma preocupação totalmente em sintonia com os custos de uma produção agrícola. Um desafio presente no início, meio e fim de uma produção, e o custo para o consumidor final. O conhecimento dos gastos tornou-se uma verdadeira riqueza dos administradores. Aqueles que

forem capazes de gerá-los e aplicá-los com mais desenvoltura terão oportunidades de desenvolver seus produtos com mais poder de venda. É fundamental o conhecimento do produto para que se defina seu eixo atuante no mercado, sua relevância econômica deste o início da cadeia produtiva até o consumidor final (SANTOS, 2002, p. 275).

A única maneira de demonstrar conclusivamente os custos operacionais é por meio de operações de custos. Mas isso nem sempre é viável: se não houver uma relação inversamente proporcional entre custo e benefício. É preciso aprofundar mais nas interações da produção. E não só no produto a venda, mas também preocupar com os custos da produção (NORONHA, 1987, p. 149).

Como custos fixos, são aqueles que não dependem do nível de produção da unidade, como o custo de oportunidade do capital e a depreciação do gerador de ozônio (NORONHA, 1987, p. 149).

Os custos variáveis são aqueles que dependem diretamente do nível de produção da unidade, como os custos da matéria-prima para geração de ozônio, ou seja, o custo da energia elétrica e da quantidade de água utilizada. Os custos relacionados nesta avaliação corresponderão à implantação da nova tecnologia e ao processo de produção, que serão considerados, como custo de implantação, o investimento feito para aquisição do equipamento (gerador de ozônio), juntamente com o custo de oportunidade e a depreciação (NORONHA, 1987, p. 147).

O autor cita ainda que serão calculados os custos do consumo da energia elétrica e de água, utilizada para geração do ozônio a, lavagem dos produtos considerando-se uma situação hipotética para aplicação de ozônio em produtos perecíveis. Juros e custo de oportunidade devem ser definidos como a remuneração acrescida pelo direito de uso de uma unidade monetária por um período de tempo. O custo de oportunidade do capital é dado pela sua taxa de crescimento no tempo em seu melhor uso alternativo, independentemente do custo de oportunidade do capital ser próprio ou de terceiros no período em tempo.

“Depreciação é uma reserva contábil destinada a gerar fundos necessários para a substituição do capital investido em bens produtivos de longa duração. É a maneira que a empresa dispõe de recuperar bens de capital, ficando em condições de repô-los quando não mais for economicamente útil” (NORONHA, 1987, p. 157).

Ainda segundo o autor em um fluxo de caixa, a depreciação é considerada como entrada ou receita, pois não é um custo desembolsado.

Para o cálculo de depreciação, por ser um bem considerado durável, a taxa depreciação utilizada no gerador de ozônio será de 10% ao ano.

### 2.1.1.1.1 Construção do Gerador

O assunto proposto para estudo evidenciou como referência alguns estudos apresentados pelos autores consultados.

Segundo Costantino & Medeiros (1989, p. 88):

O aparelho é de fácil construção utiliza peças facilmente encontradas no mercado especializado brasileiro. Seu desempenho é perfeitamente satisfatório para trabalhos comuns de laboratório e, através de modificações simples, pode ser adaptado para quantidades maiores.

Uma das consequências importantes para a construção do gerador é a possibilidade de interferência no estagio de produção, armazenamento e produto final, dando condições para promoção adequada dos usos múltiplos.

Apresentado por Silva, et. al.; (2011, p. 673) refere-se á construção do gerador:

O ozônio hoje em dia não é bem acessível à população devido ao custo de um gerador de ozônio, mas em curto prazo isto modificar-se-á com a necessidade das empresas em obter esta poderosa ferramenta no tratamento da água e efluentes, que serão benefício a todos que a utilizam.

A construção do gerador foi um importante projeto que promoveu uma nova alternativa nos usos múltiplos otimizando as perspectivas de usos dos geradores e, estimulando novas possibilidades econômicas (SILVA, et. al.; 2011, p. 22).

A montagem de circuitos eletrônicos utiliza de uma série de componentes como fonte, resistores, transistor, transformadores de alta potência, circuito integrado fios de alta-voltagens, bomba de ar, tubo plástico ou borracha, acrílico etc.

Os materiais utilizados em aplicações de alta tecnologia são algumas vezes chamados de materiais avançados. Por alta tecnologia queremos dizer um dispositivo ou produto que opera ou funciona utilizando princípios relativamente intrincados e sofisticados. São os equipamentos eletrônicos (MOURA, 2010, p. 52).

A abordagem dos procedimentos envolve um processo bem simplificado para a construção, mas requer muito cuidado com.

A questão de segurança elétrica de todo o sistema envolve inúmeros problemas durante a elaboração do projeto, como por exemplo, a escolha dos padrões de isolamento dos materiais empregados na construção. O fator mais importante que afeta a questão de segurança é o da dinâmica das falhas do sistema ou dos equipamentos (LIMA, 2002, p. 36).

Circuitos eletrônicos constituem uma base para onde se pretenda abordar seu uso em qualquer projeto com energia elétrica. Desenvolver e executar uma análise detalhada das fontes primárias (descarga elétrica, circuito eletrônico, capacidade e outros componentes) que mencionam informações do ponto de vista técnico sobre a construção do gerador e, em

especial o ozônio (incluindo sua quebra de molécula com a descarga elétrica) visa à segurança para o operador e para a dinâmica do sistema.

A geração do ozônio ocorre com uma descarga elétrica proveniente de uma fonte de energia, seja ela natural (raio) ou gerada através de uma fonte de “MAT” (muita alta tensão). “O MAT tem usos variados: os monitores dos computadores usam fonte MAT para uma descarga de cerca de 25.000Volts para atrair os feixes com alta velocidade” (BURGOS, 2008, p. 8).

Segundo Chiattonne, et. al.; (2008, p. 345) O ozônio vem ganhando espaço no processamento de alimentos devido ao seu alto poder sanificante e pela sua rápida degradação, não deixando resíduos nos alimentos tratados.

Os principais fatores que influenciam a necessidade de aplicação do gás ozônio são fundamentados no fato que, as moléculas de ROS e LOPS (moléculas recuperadoras) que agem no organismo produzindo ações, como: efeito germicida, estimuladores da reparação tecidual, modulador imunológico, entre outros (SANCHES, 2008, p. 26).

Segundo Ribeiro et. al.; (2010, p. 14):

A aplicação do ozônio para tratamento das águas de chuva é uma alternativa viável, do ponto de vista de eficiência de tratamento: no entanto, outros testes devem ser feitos na tentativa de reduzir a dose aplicada (< 25 mg/L de O<sub>3</sub>) e tempo (inferior a 15 min.) mantendo a eficiência do processo e reduzindo custos.

O processo de redução de custo e da viabilidade econômica torna-se um desafio, os indicadores financeiros demonstraram rentabilidade da fumigação do gás ozônio quanto aos grãos de milho (PEREIRA et. al.; 2008, p. 153).

As tentativas de trabalho com ozônio compreendem investigações e experimentações delineadas com o objetivo de gerar condições específicas de uso do gerador na solução dos problemas. O contexto consiste em medidas que aperfeiçoe sua construção e que viabilize sua aplicação e custo como mostrado na literatura, que define múltiplo uso e tome como decisão a implementação de ações para alcançar as metas propostas neste trabalho.

Contabilidade de custos estuda os gastos ocorridos para aquisição de produtos ligados diretamente à atividade operacional da empresa. Auxilia o administrador, a reconhecer qual é e qual será o ponto de equilíbrio entre a produção e as vendas. Logo, com tais informações, a administração pode, de forma concreta e objetiva, definir suas metas de vendas, suas despesas e o resultado, esperado ao fim do período (SANTOS et. al.; 2002 apud por MARTINS, 2003, p. 235).

Para isso é necessário conhecer os elementos do custo. Diante disso, pode-se utilizar as melhores ferramentas necessárias para o sucesso do empreendimento.

Nesse sentido, conhecer bem a atividade, separar os processos em etapas e implicar-lhes custos de operação é uma necessidade básica para a boa gestão do empresário rural. No entanto, não existe uma única metodologia para apuração de custos (VICECONTI; NEVES, 1995, p. 3).

Pretende-se na análise dos autores citados neste trabalho, avançar no conhecimento sobre os assuntos abordados buscando a máxima eficiência do estudo experimental a realizado. No Brasil trata-se de um assunto relevante com poucas informações concretas disponíveis.

Nas empresas a vários seguimentos de ativos, físicos, humanos, competência tecnológica que somados ao longo do processo de investimentos diversos. Diante dessas oportunidades de investimentos pessoas ligadas às empresas ou não avaliam as possibilidade de sucesso ou fracasso destes investimentos, as decisões de desembolso de capital para investimento requer muitas vezes decisões complexas de análises de investimento. Para isso requer um conhecimento de uma série de conceitos básicos para lidar com essas variáveis.

A metodologia de análises e seleção de oportunidade de investimento utiliza algumas técnicas com bases solidas para que a tomada de decisão seja acertada.

As análises de investimentos segundo (NOGUEIRA, 2009, p. 83) todos os administradores são, capazes de determinar as potencialidades e fraquezas de uma empresa. O conjunto de seus ativos físicos, habilidades humanas e competência tecnológica é um processo longo de diversos investimentos.

A análise de investimento envolvem decisões de desembolso de capital, que podem ser realizadas no presente ou em datas futuras.

De posse de conhecimentos fundamentais de uma série de conceitos básicos tais como:

Juros, remuneração obtida pela não utilização imediata do capital, em necessidade atual, esperada uma maior satisfação futura.

- Taxa de juros, razão entre os juros pagos ou recebidos, no final de um período, capital emprestado ou aplicado.

- Regime de capitação, processo de formação dos juros.

- Juros simples, os juros incidem apenas sobre o principal da dívida.

- Juros compostos, os juros incidem a cada período sobre o principal mais os juros do período anterior.

Fluxo de caixa, é um instrumento gerencial na tomada de decisões, divide: (quadro – é a descrição do período de movimentação do caixa e o tipo da movimentação. Diagrama – é a escala de tempo, entrada e saídas.).

Equivalência de capitais, valor do dinheiro no tempo, a quantidade do capital em diferentes instantes, possui valores distintos.

Equivalência envolvendo um pagamento simples, (valor futuro de um pagamento simples – o valor em uma data futura de um capital na data zero; valor presente de um pagamento simples – valor na data zero de um pagamento a ser realizado no futuro).

Equivalência envolvendo série uniforme de pagamentos, (valor futuro de uma série de pagamentos – é o transporte dos valores iguais, distribuídos ao longo do tempo, para uma data utilizando uma taxa de juros previamente determinada; valor presente de uma série de pagamentos representa o valor presente de uma série de valores iguais, distribuídos uniformemente ao longo do tempo; série gradiente uniforme – são situações em que as saídas ou entradas de caixa não são constantes, ao longo do tempo).

Métodos de análises e seleção de oportunidades de investimento, são métodos que variam desde a simples sensibilidade do responsável pela tomada de decisão até a utilização de sofisticados modelos matemáticos.

- Taxa mínima de atratividade (TMAR), é o custo de capital da empresa como base para aceitação ou rejeição de propostas de investimento.

- Valor presente líquido (VPL), é a transferência para o instante atual todas as variações de caixa esperada, descontadas a uma determinada taxa de juro, e somada algebricamente.

- Valor anual equivalente (VAUE), compara as alternativas de investimento com vidas diferentes, transforma o fluxo de caixa alternativo de investimento em análise num fluxo de caixa uniformemente distribuído.

- Taxa interna de retorno (TIR), é a taxa de juro que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente.

- *Payback*, é o número de períodos necessários para recuperar o capital investido.

- Depreciação, é a perda de valor de um bem no decorrer do tempo.

- Desgaste físico – de um bem pela sua utilização, que gera ao longo do tempo e perda e eficiência e custos de operação e manutenção.

- Obsolescência tecnológica – é a desatualização, por consequência de novas tecnologias.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

Para a aplicação do ozônio nos produtos foi usado uma variedade de materiais, bem como equipamentos e utensílios para a lavagem das frutas e das hortaliças. Baldes plásticos, bandejas brancas de polietileno, filme plástico, papel de filtro, balança analítica, agitador magnético, elemneyer, becker, pipetadores, psicrômetro de aspiração. As anotações foram feitas em folhas e passadas para o notebook.

Figura 03. Titulação do ozônio com tiosulfato de sódio.



Figura 04. Psicrômetro de aspiração usado para as medidas de temperatura.



A Figura (04) ilustra o aparelho usado para as medições, constituído basicamente de dois termômetros comuns. Um fluxo de ar forçado passa pelos bulbos dos termômetros, que posteriormente fornece a temperatura do ar  $t$ . No segundo o termômetro é recoberto por um algodão, que umedecido e com a passagem do ar ocorre a evaporação da água, que o calor retira do ar passante, e o termômetro registra a temperatura do bulbo úmido  $t_u$ .

Com a diferença dos dois termômetros ( $t - t_u$ ) [11], resulta a depressão psicrométrica, sendo diretamente proporcional á quantidade de evaporação, que é inversamente proporcional á umidade do ar.

### 3.2 Métodos

A metodologia usada no trabalho relaciona a inúmeras obras bibliográficas consultadas, artigos científicos que delinearão os assuntos abordados como também livros de autores em consulta impressa ou digital.

Para obter uma fonte de “MAT”, foi preciso construir circuitos eletrônicos capaz de converter a energia local, 127 ou 220 volts, em aproximadamente 40Kv (40.000 volts).

Para construir a fonte de “MAT”, foi usado um oscilador que operou em uma frequência de aproximadamente 60 hertz. Também foi construída uma fonte de energia retificada, filtrada e protegida contra interferências eletromagnéticas, interferência também essa gerada pelo próprio reator.

O sinal do oscilador foi aplicado nos transistores e Triac (potenciômetros de alta potência), que estão ligados a um conjunto de bobinas que fez a conversão do pulso eletromagnético em uma tensão da ordem de 40Kvolts.

A descarga elétrica ocorreu entre os pólos positivo e negativo da fonte “MAT”. O atual projeto, onde foi gerado ozônio na água, não poderia conter resíduos de metais pesados tais como ferro, cobre chumbo e outros.

Para construir um reator que gere ozônio ( $O_3$ ) na água, foi preciso conhecer o volume de água que passou pelo reator no período de uma hora. Conhecido esse volume de atuação, as válvulas eletrônicas controlaram o fluxo de água. Também pode ser usado sensores que monitorem a água no reservatório e, dessa forma não permitindo que o reator se ligue sem a presença de água. A técnica desenvolvida no laboratório da Tecnobrasil consiste em descarga elétrica em uma ampola de auto-vácuo mergulhada em água. Através de descarga eletro estática, foi possível mixar  $O_3$  em  $H_2O$  sem resíduo de metais pesados.

Ao término da construção, foi elaborado um diagnóstico de procedimento das várias fases da construção. O responsável pela elaboração técnica fez uma revisão dos procedimentos de construção, seguida de uma avaliação detalhada do desenvolvimento da construção. Uma síntese elaborada visou obter um diagnóstico técnico de sua construção. Uma checagem da sua dosagem significou que empreendidas as medidas de reparos, alternativas de recuperação de eventual desajuste que ocorreu na sua interface projeto e construção, foi corrigido.

Uma vez definida a capacidade do reator, pudemos escolher os materiais que foram aplicados na construção do mesmo, e também o seu custo. Para a construção do reator que gerou 99 litros por hora, precisamos de um reservatório de aproximadamente 100 litros suspenso sobre a base do reator. A água armazenada deverá fluir por gravidade passando pelo reator até a válvula de saída. Todas as mangueiras que foram usadas para transportar água dentro e fora do reator foi de plástico.

“Apesar do tremendo progresso que tem sido feito ao longo dos últimos anos na disciplina da Ciência e Engenharia dos Materiais ainda existem desafios tecnológicos, incluindo o desenvolvimento de materiais ainda mais sofisticados e especializados” (MOURA, 2010, p. 41).

Foram processadas análises físico-químicas para que alguma alteração nos produtos tais como: cor, sólidos solúveis totais, firmeza e perda de massa foram observadas.

Para a perda da massa fresca, as frutas e hortaliças foram submetidas a uma pesagem inicial e final, utilizada uma balança de precisão semi-analítica, com 2 (duas) casas decimais, marca Mettler-toledo modelo PB 3002; (Max. 3100g L = 0,1g – Min. 0,5g d = 10 mg).

Para Pinto et. al.; (2006, p. 71), pode-se monitorar com repetições a relação da massa fresca e sua perda em relação á massa inicial.

De acordo com a equação a seguir:

$$\text{Perda da Massa Fresca (\%)} = (\text{massa inicial} - \text{massa fresca}) / \text{massa inicial} \times 100$$

Segundo Buarque (1991, p. 163), para as análises de custo, foram efetuados estudos das diferentes estruturas de custos, custos fixos e custos variáveis.

- Custos fixos não dependem da produção do gerador (custo de oportunidade, capital e depreciação do gerador de ozônio).

- Custos variáveis dependem diretamente da produção do gerador (matéria-prima, circuitos eletrônicos e componentes, custo de energia e custo da água).

Os juros e custo de oportunidade, remuneração acrescida pelo direito de uso de uma unidade monetária por um período de tempo (NORONHA, 1987 p. 147).

Foi definida através de:

$$F = P(I+J)^n$$

Onde:

F = Valor acrescido de juros (reais);

P = Valor investido (reais);

I = Taxa de juros (%);

J = Juros;

n = período de tempo.

Depreciação é uma reserva contábil para poder repor o capital investido de um bem investido para substituí-lo no futuro, (NORONHA, 1987 p. 147) foi definida através de:

$$D = B - F/N$$

Onde:

D = Valor da depreciação em qualquer ano (reais);

B = Valor depreciável durante os anos de vida útil do ativo (reais);

F = Valor final (reais);

N = Vida útil (ano).

Custo operacional efetivo (COE) foi calculado como o custo da mão de obra para construção do gerador, dos componentes eletrônicos e dos circuitos, da energia elétrica gasta e do consumo de água para a produção do gás (NORONHA, 1987 p. 149), foi expresso através de:

$$COE = (M+CG+EA) \quad [14]$$

Onde:

COE = Custo operacional efetivo;

M = Mão – de - obra;

CG = Construção do gerador;

EA = Água e energia elétrica.

Através dos métodos de análise e seleção de oportunidades e investimento, é conjunto de técnicas importante que permite a comparação entre os resultados encontrados dando um suporte maior para a tomada de decisão. Quando surgem problemas ou quando deseja investir

um capital ou a compra de qualquer bem, temos nos casos uma alternativa técnica para analisar melhor o investimento.

Esta melhor alternativa a médio ou longo prazo propicia maior rentabilidade com um menor custo, para isso precisamos compreender:

- a – o investimento a ser realizado;
- b – alternativas viáveis;
- c – análise das alternativas;
- d – comparação das alternativas;
- e – melhor escolha das alternativas.

Conclui-se que na tomada de decisão a alternativa correta tem que ser a mais econômica após análises do conjunto de técnicas estudadas.

Método do valor presente líquido (VPL) transfere para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontadas a uma determinada taxa de juros e somá-las algebricamente.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad [15]$$

Onde:

- $B_t$  = benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano  $t$ ;
- $C_t$  = custo do projeto, em unidades monetárias, no ano  $t$ ;
- $r$  = taxa mínima de atratividade;
- $t$  = contador de tempo;
- $n$  = período de vida útil do investimento.

Método da taxa interna de retorno (TIR), taxa de juros que torna uma série de recebimentos e desembolsos equivalentes na data presente, tornando o valor presente líquido igual à zero.

$$VPL = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0 \quad [16]$$

Onde:

- $B_t$  = benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano  $t$ ;
- $C_t$  = custo do projeto, em unidades monetárias, no ano  $t$ ;
- $r$  = taxa interna de retorno (TIR);

t = contador de tempo;  
n = período de vida útil do investimento.

A relação benefício-custo (RCB) representa a relação entre o valor atual do retorno esperado e o valor dos custos esperados.

$$RBC = \sum_{t=0}^n \frac{B_t(1+r)^{-t}}{C_t(1+r)^{-t}}$$

[17]

Onde:

$B_t$  = benefício do projeto, em unidades monetárias, no ano t;  
 $C_t$  = custo do projeto, em unidades monetárias, no ano t;  
r = taxa interna de retorno (TIR);  
t = contador de tempo;  
n = período de vida útil do investimento.

Método do valor anual equivalente (VAUE) consiste em achar a série uniforme anual equivalente ao fluxo de caixa de duas ou mais alternativas de investimentos utilizando-se uma TMAR. Este valor determina o quanto este investimento lucraria, anualmente, a mais que a respectiva aplicação financeira, (KOPITKE E CASAROTO, 2000, p. 96).

$$VAUE = VPL \left[ \frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad [18]$$

Onde:

VAUE = Valor Anual Uniforme Equivalente da alternativa de investimento;  
VPL = Valor Presente Líquido da alternativa de investimento;  
i = taxa mínima de atratividade;  
n = período de vida útil do investimento.

➤ Concentração do ozônio

Para mensuração do ozônio Silva, et. al.; (2011) descreve vários métodos incluindo o método idométrico, o qual foi usado para as medidas de concentração do ozônio produzido pelo gerador e usado para a imersão dos produtos no experimento.

Para quantificar a concentração de ozônio, foi medida a vazão do gerador de ozônio, o fluxo contínuo da água expelida pela mangueira de saída do aparelho. Foi regulada uma entrada e saída contínua de água, ozonizada a água foi recolhida em um balde plástico, com capacidade de cinco litros, por um período de tempo três minutos.

$$\text{Equação: } (V = \text{volume saída/tempo}) \quad [ 1 ]$$

A água injetada no balde foi de uma vazão constante de 1,66 litros/minuto. Essa água injetada teve seu termino quando o volume total do balde cinco litros foi alcançado, esse procedimento foi realizado com três repetições de procedimentos.

➤ Calibração do ozonizador

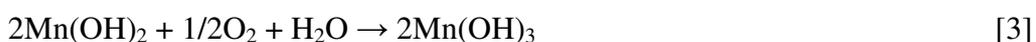
Para o procedimento da calibração do aparelho ozonizador, quantificar a produção de ozônio, para que seja possível ter uma concentração conhecida e aceitável, pois o aparelho é um teste experimental e sua máxima produção ainda está aquém das produzidas neste trabalho.

Para quantificar a concentração de ozônio foi utilizado o método iodométrico, este método de referência é o de Winkler publicado no final do século passado, que envolve uma série de reações. Num primeiro momento, adicionam-se um sal de manganês (sulfato ou cloreto) e uma base (potassa ou soda) saturada em iodeto de potássio ou sódio.

O íon manganês, em meio básico, transforma-se em hidróxido  $\text{Mn O}_2\text{H}$ , formando um precipitado:

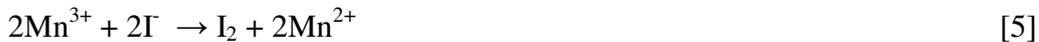


Este hidróxido reage quantitativamente com o ozônio dissolvido, dando hidróxido de  $\text{Mn}^{(\text{III})}$ :



Após completar a fixação de  $\text{O}_2$  e a precipitação dos hidróxidos de  $\text{Mn}^{(\text{II})}$  e  $\text{Mn}^{(\text{III})}$ , a amostra é acidificada e os hidróxidos dissolvidos. Há liberação de  $\text{Mn}^{3+}$  que se comporta

como um forte oxidante em meio ácido e reage com o iodeto inicialmente introduzido junto com a base. O iodeto é oxidado a iodo:



Simultaneamente, o iodo forma um complexo com o iodeto em excesso:



Finalmente, o complexo  $\text{I}_3^-$  é determinado por titulação com tiosulfato de sódio, sendo reduzido a iodeto, enquanto o tiosulfato é oxidado a tetrationato:



O balanço desta série de reações mostra que  $\frac{1}{2}$  mol de  $\text{O}_2$  dá origem a 2 moles de  $\text{Mn}^{3+}$  (equação [3] e [5]), os quais oxidam 2 moles de  $\text{I}^-$  em 1 mol de  $\text{I}_2$ , ou seja, (equação [5]); a sua vez, os 2 moles de  $\text{I}_2$  (ou mais exatamente, conforme [6], a forma complexada de  $\text{I}_2$ , ou seja,  $\text{I}_3^-$ ) são reduzidos por 2 moles de  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  (equação [7]). No final, o consumo de 1 mol de tiosulfato na titulação corresponde á presença de  $\frac{1}{2}$  mol de oxigênio.

#### ➤ Procedimento de calibração do gerador

Coletar as amostras em frascos âmbar com volume conhecido, onde foi retirada do balde com água ozonizada, fixar as amostras com 2,0 ml de solução de sulfato manganoso e 2,0 ml da solução alcalina de iodeto-azida, tampando os frascos para que ele corrija o volume do mesmo. Misturar as substâncias por inversão e rotação do frasco, para que homogeneíze a amostra e inicie as reações.

Após alguns minutos ocorre á sedimentação do precipitado, deixando em  $\frac{2}{3}$  do frasco um sobrenadante límpido, remover a tampa e adicionar 4,0 ml da solução de ácido fosfórico. Tampar novamente e misturar o conteúdo do frasco para as reações. O precipitado dissolve-se rapidamente. E o iodo se distribui uniformemente pela amostra.

Sequentemente começar a titular um volume adequado da amostra, 100 ml com uma solução de tiosulfato de sódio, até um descoramento da solução para uma cor amarelo-palha mais claro, adiciona algumas gotas da solução indicadora de amido e continua a titulação até a coloração azul começar seu desaparecimento deixando a amostra límpida.

➤ Cálculos

A concentração em mg/l de ozônio é simultânea a do oxigênio, pois ambos têm número atômico 8 e o método iodométrico quantifica a concentração do ozônio também. Para os cálculos pode ser obtida pela fórmula abaixo.

$$O_3(\text{mg l}^{-1}) = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{Normalidade Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 8 \times 1000}{\text{ml titulados da amostra} \times \frac{\text{volume do frasco (ml)} - 4(\text{ml})}{\text{Volume do frasco (ml)}}} \quad [ 8 ]$$

Onde:

- ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  → volume gasto do tiosulfato na titulação;
- normalidade  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  → normalidade do tiosulfato na padronização;
- 8 → número atômico do (ozônio ou oxigênio);
- 1000 → fator de correção para 1 litro;
- ml titulados da amostra → volume retirado do frasco para a titulação (100 ml);
- volume do frasco (ml) - 4 (ml) → volume do frasco, menos 4 ml da correção do volume;
- volume do frasco → volume do frasco que foi utilizado para coletar a amostra.

Os quatro ml subtraídos do volume do frasco, que aparece no denominador da fórmula 1 é um fator de compensação pelos 4,0 ml de amostra perdidos pela adição de 2,0 ml de sulfato manganoso e 2,0 ml de solução alcalina de iodeto.

A solubilidade e a saturação do  $\text{O}_3$  na água dependem da temperatura e da pressão atmosférica.

A porcentagem de saturação do ozônio pode ser obtida a partir da fórmula:

$$\text{Porcentagem de saturação (\%)} = \frac{\text{concentração } O_3 \text{ (mg/l)} \times 100}{\text{Solubilidade}} \quad [ 9 ]$$

A solubilidade do ozônio é água a do oxigênio em água pura em equilíbrio com o ar, a 760 mmHg é dada na tabela a seguir:

Tabela 01. Referência da temperatura/solubilidade

Temperatura da amostra (°C)	Solubilidade (mg l <sup>-1</sup> )	Temperatura da amostra (°C)	Solubilidade (mg l <sup>-1</sup> )
0	14,63	16	9,86
1	13,23	17	9,65
2	13,84	18	9,46
3	13,46	19	9,27
4	13,11	20	9,08
5	12,77	21	8,91
6	12,45	22	8,74
7	12,13	23	8,57
8	11,84	24	8,42
9	11,55	25	8,26
10	11,28	26	8,12
11	11,02	27	7,97
12	10,77	28	7,84
13	10,53	29	7,70
14	10,29	30	7,57
15	10,07		

Fonte: Winkler, publicado no final do século passado (modificado por Golterman (1978)).

- Preparação dos reagentes, usados para as análises de medidas da concentração e calibração do gerador.

- Solução de sulfato manganoso (MnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O) a 50%:

Dissolver 350,6 g de MnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O em 800 ml de água destilada, filtrar, se necessário, e diluir para 1000 ml. Quando 1 ml desta solução for adicionada a 50 ml de solução de iodeto de potássio acidificada, não deverá haver liberação de iodo.

- Solução de acida de sódio (NaN<sub>3</sub>) a 2,5%;

- Solução de iodeto – azida alcalina;

Dissolver 400 mg de NaOH (ou 560 g de KOH) em aproximadamente 560 ml de água destilada, adicionar 900 g de NaI (ou 996 g de KI) e manter a solução quente até dissolução total do sal. Resfriar a solução e diluir para 1000 ml. Se necessário, decantar ou filtrar após 12 horas de repouso. Diluir 1,0 ml desta solução a 50 ml e acidificá-la: não deverá ocorrer liberação de iodo.

A 1000 ml dessa solução de iodeto alcalina, adicionar 300 ml de solução de azida de sódio.

- Solução concentrada de ácido fosfórico – 85%;
- Solução de amido a 1%;

Adicionar 1 g de amido em 100 ml de água destilada e aquecer a 80°C. Agitar bem deixar esfriar e adicionar 0,1 g de ácido salicílico.

- Solução padrão estoque de iodato de potássio ( $\text{KIO}_3$ ) 0,100N:

Secar aproximadamente 4 g de  $\text{KIO}_3$  em estufa a 105°C durante uma hora. Resfriar e pesar 3,567 g, dissolver em água e diluir para 1000 ml.

- Solução padrão diluída de iodato de potássio 0,025N:

Diluir exatamente 250 ml da solução estoque, até 1000 ml.

- Solução estoque de tiosulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), aproximadamente 0,025N:

Dissolver 6,2 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  em água destilada e diluir para 1000 ml. Preservá-la adicionando 5 ml de clorofórmio ou 1 g de NaOH por litro e estocar em frasco escuro.

- Solução diluída de tiosulfato de sódio – aproximadamente 0,0125 ou 0,0025N:

Diluir a solução estoque de tiosulfato de sódio, com água destilada, a concentração a ser utilizada dependerá do volume da amostra utilizada na titulação e (ou) da quantidade de ozônio ou oxigênio presente na amostra. Grandes volumes ou altas concentrações de oxigênio ou ozônio poderão ser titulados com solução a 0,0125N, caso contrário, utilizar a solução 0,0025N.

Preparo da solução á 0,0125N:

- tomar 500 ml da solução anterior e completar para 100 ml com água destilada. O restante da solução deverá ser colocado em uma proveta e o volume deve ser completado até o dobro, com água destilada.

Padronização da solução de tiosulfato de sódio:

Padronizar a solução diluída de tiosulfato de sódio pelo menos uma vez por semana, utilizando a seguinte procedimento:

- 5,0 ml da solução de  $KIO_3$  adicionar 100 ml de água destilada, 1,0 ml de solução alcalina de iodeto-azida e 2,0 ml de solução de  $H_3PO_4$ , agitar e titular o iodo liberado com a solução diluída de tiosulfato de sódio, adicionando 2,0 ml de solução de amido, quando o ponto final da titulação estiver bem próximo (coloração amarela claro).

Para os cálculos utilize a fórmula:

Formula da padronização,

$$N1.V1 = N2.V2 \quad [ 10 ]$$

N1 = o que procura;

V1 = volume titulado na padronização;

N2 = normalidade do  $KIO_3$  (0,025N);

V2 = volume de  $KIO_3$  (5ml).

As principais fontes de ozônio é a própria natureza difusão de uma descarga elétrica, que rompe o ar atmosférico produzindo o ozônio em grandes quantidades.

Com número atômico 8, o ozônio tem as mesmas propriedades que o oxigênio, mensurado usando o método descrito por Winckler e modificado por Golterman (1978). Usando o método e os cálculos para medir a concentração de oxigênio, medimos o ozônio presente na água na saída do gerador.

➤ Titulação do tiosulfato de sódio

Descreve-se (com procedimento em com três repetições):

- após o enchimento do balde com um volume de cinco litros;
- foi coletada uma amostra em um frasco âmbar com volume conhecido;

- fixou a amostra do frasco com água ozonizada com 2 ml da solução de sulfato manganoso e 2 ml de azida;
- depois de fixado a amostra, espera o tempo de reação dos reagentes e adiciona 4 ml de ácido orto-fosfórico;
- quebrado a fixação com os dois primeiros reagentes, subtrai do frasco âmbar duas sub-amostras de 100 ml com um balão volumétrico;
- transfere as amostras do balão volumétrico para elemnyer;
- titula a amostra com tiossulfato de sódio 0,0125N;
- adiciona a solução de amido, para que não perca o ponto de viragem do amarelo palha para o branco da amostra;
- registrar o volume gasto na titulação com o tiossulfato de sódio 0,0125N.

Depois de anotado o volume gasto de tiossulfato de sódio na titulação da amostra, calcula-se a produção de ozônio (mg O<sub>3</sub>/l).

### 3.3 Estudo de caso

O estudo de caso é como o delineamento mais adequado em uma investigação de um fenômeno em seu contexto real, que podem ser contextualizados claramente.

Foram observamos e analisamos aspectos do equipamento, do sistema, do seu desempenho, do material utilizado tendo como a formadora da ideia a Tecnobrasil.

A Tecnobrasil responsável pela elaboração e construção do gerador de ozônio porque dispõe de tecnologia laboratório e equipamento necessário para a sua execução.

Um centro de pesquisa de variada natureza científica, é um centro com ênfase em robótica atuando nas mais variadas utilidades, comercial, doméstica ou mesmo brinquedos educativos, visando o desenvolvimento de uma educação mais de qualidade para as crianças. A Tecnobrasil conta hoje também com atividades em pesquisa científicas, oferecendo cursos a jovens e adultos na área de robótica. Frequentam os cursos, vários alunos de diversos seguimentos, empresarial, comerciantes, engenheiros e alunos de escolas públicas.

Vem sendo reconhecida e atraindo parceiros de peso como a UNESP (Universidade Estadual Paulista). Defronta-se com inúmeros pedidos de elaboração planejamento e execução dos mais variados projetos realizados por esta instituição. O respaldo tecnológico em desenvolvimento de novas tecnologias para a agricultura e curso, na área de energia, das mais variadas aplicações dentro do programa de graduação e pós-graduação da universidade, tem a Tecnobrasil como uma forte aliada.

Fundada em fevereiro de 2009 na cidade de Botucatu, a Tecnobrasil é de caráter participativo, em novas descobertas com a proposta de “novas idéias” solidas para a comunidade científica e não mera observadora. Tem participação ativa e sugestiva de pesquisa científica de destaque, no desenvolvimento científico tecnológico de Botucatu e do país. O forte apelo da Tecnobrasil é desenvolver a inovação, possibilitar fazer mais com menos. Foi um fator importante para determinar o sucesso deste empreendimento. Valer-se de projeto piloto é um processo de inovação claro. Essa é a marca da parceria da Tecnobrasil com esse trabalho de final de curso.

Outra inovação da empresa foi a construção deste gerador com um grande diferencial. Ele gera o ozônio de um spray de água que passa pelo interior de uma ampola. Este diferencial é a diferença dos demais equipamentos no mercado. Pretende-se chegar a um custo bem mais acessível aos consumidores.

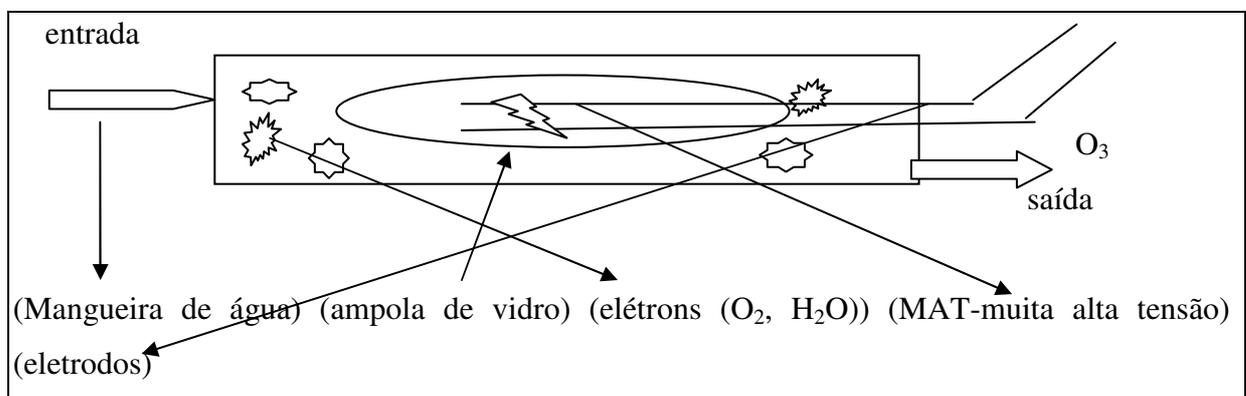
## 4 RESULTADOS E DISCUSÃO

### 4.1 Processos físicos

#### ➤ Gerador de ozônio

O ozônio é um gás instável, sendo recomendado o seu trabalho associado água. O gerador desenvolvido pela Tecnobrasil tem um sistema que consiste em um spray contínuo de água, que envolve as moléculas de  $O_2$  e  $H_2O$ , com a descarga por dois eletrodos de uma elevada diferença de potencial uma (MAT) muita alta tensão, faz com que quebre as moléculas e aconteça a redução e conseqüentemente essa recombinação radical de oxigênio, formando assim o  $O_3$ .

Figura 01 - Fluxograma da produção do gás ozônio – efeito corona em um (spray de água).



A Figura (01) representa a produção do ozônio, através da entrada de água por uma mangueira dentro de uma ampla de vidro. Essa água envolve outra ampla de vidro onde estão os eletrodos que recebem (descarga) uma alta tensão, conseqüentemente essa muita alta tensão (MAT) reage com os elétrons presente na água que a envolve, há a quebra do  $O_2$  para  $O_3$  gerando o ozônio, e o seu uso no meio líquido que torna o  $O_3$  estável por um período de tempo, podendo assim subtrair o volume necessário da água ozonizada na saída do gerador para as possíveis utilizações do mesmo. A Figura (02) mostra em detalhe o gerador de ozônio construído em parceria com a Tecnobrasil para a realização dos experimentos, sendo um aparelho compacto, que supriu as necessidades para a realização dos testes descritos neste trabalho. O desenvolvimento de novas tecnologias possibilitou a construção de ozonizadores de menor custo e de maior eficiência de conversão. Com isso, o ozônio tem se tornado atrativo para aplicação em outros campos Costantino e Medeiros (1999).

Figura 02 - Gerador de ozônio



➤ Mecanismo de ação do ozônio

O ozônio tem um alto poder de oxidação, onde se difundi nas membranas biológicas atacando as células microbianas sua oxidação acontece nos glicolipídios, glicoproteínas e aminoácidos da parede microbiana alterando a permeabilidade celular. Sua ação atinge as bases púscas e pirimídias dos ácidos nucleicos, destrói seu RNA.

Inativas bactérias, gram-negativas e gram-positivas, células vegetativas e esporos e envolve células em baixo tempo de contato.

Como consta em Chiattonne (2010), o efeito antimicrobiano e sua eficaz destruição de fungos, bactérias e vírus, inativando-os. Demonstra ser um grande desinfetante com um grande poder de oxidação, vem ganhando espaço no processamento de alimentos, com alto poder sanificante e sua rápida degradação, sem deixar resíduos nos alimentos tratados.

#### **4.1.1 Tratamento das frutas e das hortaliças**

A conservação de frutas e hortaliças, que é um produto de origem vegetal viável de ser produzido em micro e macro escala, mantendo suas características tradicionais. Esse processamento previsto em lei que considera riscos a segurança alimentar assegura o tratamento desses produtos, portanto várias tecnologias foram apresentadas Resende, et. al.; (2004), atribuíram as boas práticas de processamento alimentar a proposta ozônio.

O gerador de ozônio, utilizado foi fornecido pela Tecnobrasil é um aparelho de baixo consumo de (energia elétrica e água), de pequeno porte para suprir as necessidades do experimento realizado, tem capacidade de gerar o ozônio em água em concentração de 6,5 ppm.

Foram utilizadas frutas e hortaliças adquiridas no comércio local do município de Botucatu SP, em agosto de 2013. Os produtos foram escolhidos, com um cuidado em observar seu estágio de maturação (início de maturação), para o início do processo de desinfecção, sendo 15 unidades para teste de frutas e 15 unidades para teste de hortaliças.

Os produtos (frutas e hortaliças) foram expostos á ação do ozônio em concentração de 6,5 ppm, em uma temperatura ambiente que variou de 20,1 °C ar seco e 16,1 °C ar úmido e uma umidade relativa de 73,7 (%) durante 15 dias de experimentação.

Na Tabela 2 a baixo demonstra as medidas de temperatura do ar (seco) e (úmido), e sua relação com a umidade relativa, que foi calculado com a diferença da medida do ar (seco) em relação ao ar (úmido). Todo o produto (frutas e hortaliças) é constituído em sua base por água, tendo produtos com teores superiores chegando até 90%.

Essa força osmótica, que se refere á água livre, tem uma parcela ligada quimicamente, que com a ação do ozônio poderá ser difícil de ser perdida, conseqüentemente isso foi refletido no experimento com o decréscimo de peso dos produtos.

Segundo Pezzi (2010), o produto armazenado responde a perda do conteúdo aquoso, variando pressão e vapor atmosférico circulante, provocando variação no teor hídrico dos produtos.

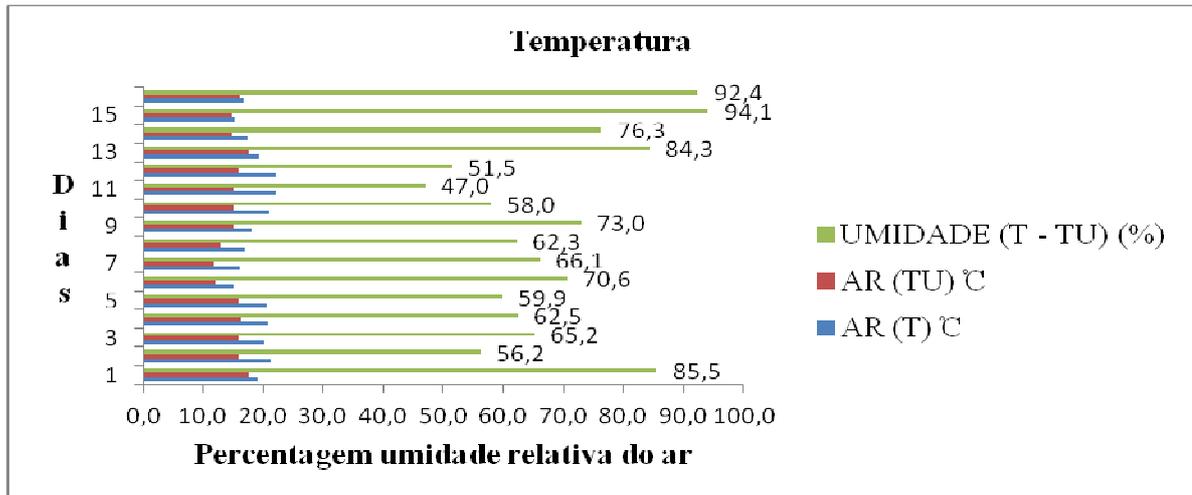
Tabela 02 Medidas de temperatura entre o ar (seco) e o ar (úmido), e a relação entre eles, registradas no período do experimento.

Dia	AT (T) °C	AR (TU) °C	UMIDADE (T-TU) (%)
0	19,0	17,5	85,5
1	21,3	15,8	56,2
2	20,1	15,9	65,2
3	20,8	16,3	62,5
4	20,6	15,8	59,9
5	15,0	12,0	70,6
6	16,0	11,8	66,1
7	17,0	12,8	62,3
8	18,0	15,0	73,0
9	21,0	15,0	58,0
10	22,0	15,0	47,0
11	22,0	15,8	51,5
12	19,3	17,5	84,3
13	17,3	14,8	76,3
14	15,3	14,8	94,1
15	16,8	16,0	92,4
<b>TOTAL</b>	<b>20,1</b>	<b>16,1</b>	<b>73,7</b>

Para as medidas do ar foi utilizado um Psicrômetro de Aspiração, modelo Assmann 11 com aspirador por força elástica tendo uma margem de medição de  $-35$  a  $45$  °C (divisão escalar  $0,2$  °C) – marca Eichschein.

Com a diferença dos dois termômetros ( $t - tu$ ) [11], resulta a depressão psicrométrica, sendo diretamente proporcional á quantidade de evaporação, que é inversamente proporcional á umidade do ar.

Figura 05. Percentagem da umidade relativa do ar no período de armazenamento.



A Figura (05) mostra uma constância da temperatura do ar (seco) em 20°C, tendo uma pequena variação do ar (úmido) em torno de 18°C. Essas expressões de ar (seco) e ar (úmido) eleva uma média de quase 60% da umidade relativa do ar, ocorrido nós dias em que foram armazenados os produtos em experimento.

A perda do peso das frutas e hortaliças é um fator limitante para os produtos essa transpiração, resulta em perda de peso dos produtos através da perda da água, essa perda está diretamente relacionada pela combinação da temperatura e as modificações da atmosfera durante o período de armazenamento. Refere-se Pinto, et. al.; (2006) a perda da massa em uma cinética de ordem zero correspondendo a uma taxa de evapo-transpiração das frutas e hortaliças constante ao longo do tempo. Seus relatos em trabalhos publicados menciona que amostra controle apresenta 1,48 vezes maior perda em relação às amostras tratada.

➤ Recebimento das frutas e hortaliças

Figura 06. Recebimento das frutas e hortaliças adquiridas no comercio local, para a experiência com o tratamento com ozônio.



A Figura (06) relata o momento em que as frutas e as hortaliças tiveram uma pré – avaliação e depois uma lavagem simples com água destilada, para a retirada de impurezas oriundas da colheita, transporte e armazenamento no mercado, logo após foram iniciados os processos de higienização com ozônio.

Os produtos do grupo de controle AC (amostras controle) foram lavados, com uma simples lavagem com água destilada após aquisição no mercado e recoberto com filme PVC e mantidos nas mesmas condições, porém sem o tratamento com ozônio.

Após o tratamento as frutas e hortaliças foram embaladas individualmente com filme plástico e armazenadas durante 15 dias.

Os tratamentos experimentais foram avaliados em 2 e 3 níveis:

- concentração da água ozonizada (6,5 ppm) e a exposição dos produtos imersos (3 minutos e 9 minutos).

Foi realizado um delineamento experimental 2x3, inteiramente casualizado, tempo de contato com o fungicida e a concentração do ozônio, e três níveis de intensidade em cinco amostras de frutas e cinco de hortaliças, com um tempo de imersão (3 minutos e 9 minutos) e as amostra controle (AC) sem tratamento com o ozônio.

Para efeito de comparação dos tratamentos, foram amostradas cinco frutas e cinco hortaliças em separado, todos na mesma data de armazenamento, observados e pesados sem tratamento prévio.

- Para as frutas foram adotadas as legendas:

### **Mamão**

Controle: M de (mamão)

- MAC1, MAC2, MAC3, MAC4, MAC5a e MAC5b;

3 minutos;

- 3M1, 3M2, 3M3, 3M4, 3M5a e 3M5b;

9 minutos;

- 9M1, 9M2, 9M3, 9M4, 9M5a e 9M5b.

### **Morango**

Controle: MG de (morango)

- MG AC1, MGAC2, MGAC3, MGAC4, MGAC5;

3 minutos;

- 3MG1, 3MG2, 3MG3, 3MG4, 3MG5;

9 minutos;  
- 9MG1, 9MG2, 9MG3, 9MG4, 9MG5.

### **Pêssego**

Controle: P de (pêssego)  
- PAC1, PAC2, PAC3, PAC4, PAC5;  
3 minutos;  
- 3P1, 3P2, 3P3, 3P4, 3P5;  
9 minutos;  
- 9P1, 9P2, 9P3, 9P4, 9P5.

Para os frutos foram adotadas as legendas temáticas, apresentadas á cima para facilitar a identificação dos frutos usados no experimento, sua interpretação e a sua classificação supervisionada que ocorreu no processo do experimento.

➤ Para as hortaliças foram adotadas as legendas:

### **Cenoura**

Controle: C de (cenoura)  
- CAC1, CAC2, CAC3, CAC4, CAC5;  
3 minutos;  
- 3C1, 3C2, 3C3, 3C4, 3C5;  
9 minutos;  
- 9C1, 9C2, 9C3, 9C4, 9C5.

### **Mandioquinha**

Controle: MD de (mandioquinha)  
- MDAC1, MDAC2, MDAC3, MDAC4, MDAC5;  
3 minutos;  
- 3MD1, 3MD2, 3MD3, 3MD4, 3MD5;  
9 minutos;  
- 9MD1, 9MD2, 9MD3, 9MD4, 9MD5.

**Tomate**

Controle: T de (tomate)

- TAC1, TAC2, TAC3, TAC4, TAC5;

3 minutos;

-3T1, 3T2, 3T3, 3T4, 3T5;

9 minutos;

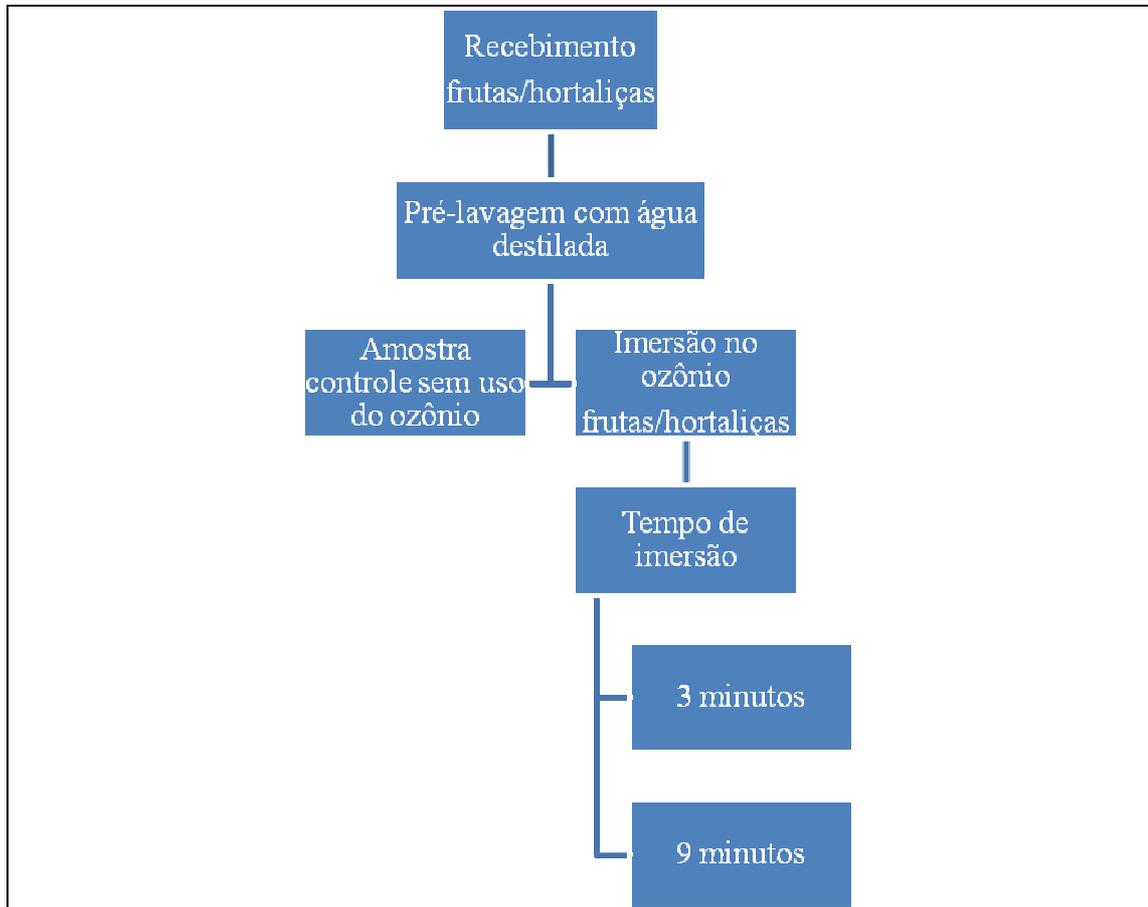
-9T1, 9T2, 9T3, 9T4, 9T5.

O mesmo processo de identificação também foi usado para as hortaliças, com as legendas adotadas citadas a cima sua interpretação, classificação e supervisão no decorrer do experimento.

**4.1.1.1 Processos de sanitização:**

- Após a recepção dos frutos e hortaliças eles foram lavados com água destilada e separados em três grupos com cinco indivíduos para o tratamento.
- Foram imersos em baldes, com um volume de água suficiente para emergi-los completamente, na concentração de 6,5 ppm, durante os tempos pré-determinados (3 minutos e 9 minutos).

Figura 07. Fluxograma do tratamento com ozônio.



➤ Procedimento de tratamento com ozônio

O processo de tratamento com ozônio é apresentado na Figura (7), um fluxograma, de todo o caminho que as frutas e hortaliças realizaram desde a chegada até os tratamentos.

Ao chegar do mercado onde foram adquiridos para a experimentação, os frutos e as hortaliças foram lavados com água destilada, para que fossem retiradas as impurezas. Depois foram separados em três grupos com cinco frutos, para início do tratamento.

As amostras controle (AC) foram lavadas, secadas, recoberto com filme de PVC e identificado. Os demais receberam o tratamento com o ozônio ficando imersões por três minutos no balde (5L) decorridos o tempo de tratamento, eles foram secos, recobertos com o filme PVC, pesados, identificados e armazenados. Os restantes ficaram imersos por nove minutos

no balde (5L) com ozônio, também foram secos e recobertos com filme PVC, pesados, identificados e armazenados para o período de observação.

➤ Efeitos da ozonização:

Nos frutos:

Mamão

Um fruto foi dividido ao meio formando duas partes do mesmo, para uma análise de como ele ficaria por dentro após o tratamento.

Figura 08. Mamões no balde de imersão com ozônio á 6,5 ppm (3 minutos e 9 minutos).



A Figura (8) detalha o tratamento da Espécie *Carica papaya*, pertence ao Reino Vegetal – Embryophyta Siphonogama – Angiospermae, Classe Dicotyledomae, Subclasse Archichlamydae, ordem Violales. Tem sua forma com bastante variação arredondada, oblongo alongado, cilíndrico e periforme, com cor da polpa de amarelo ao avermelhado.

São procurados pelo mercado exterior, por ter tamanho e peso entre 350 e 550 g ou até mais. Frutas firmes, casca lisa sem manchas. O mercado nacional e internacional tem sua venda para consumo in natura, com grande importância econômica.

As doenças que acometem pós-colheita, são as causas de um crítico período de armazenamento do mamão. O fungo *Colletotrichum Gloeosporioides* Penz, (Podridão Interna e a Mancha Chocolate).

Feito o tratamento com ozônio, para que o grau de infestação dos micro-organismos pudesse ser combatido, os frutos foram imersos em água ozonizada por um período de tempo (3 minutos e 9 minutos) e os frutos das amostras controle só receberam lavagem com água destilada.

A senescência é o começo de vários processos que vai determinar as características de qualidade, mudança interna e externa, o amadurecimento para que o fruto possa tornar comestível.

O ozônio procura retardar esse acontecimento, para que sua vida prolongue e o seu tempo de prateleira aumente e reduza as perdas pós-colheita.

O amadurecimento traz alterações na cor da casca, perda de firmeza, aumento no teor de ácidos orgânicos e açúcares.

Na Figura (8), observou-se que a coloração da casca na amostra controle, começou no terceiro dia de experimento a mostrar-se uma cor verde para o amarelo acentuando até o décimo quinto dia.

A cor é de suma importância para a preferência do consumidor. Já as amostras tratadas com o ozônio, mantiveram a cor verde no terceiro, sexto, nono e décimo segundo dia, apresentando a maioria dos frutos na coloração verde, dos cinco frutos experimentados, um mostrou-se uma perda da cor verde, passando a acentuar-se na cor amarelo.

Quanto à firmeza da polpa, observou-se no manuseio dos frutos na manipulação da bandeja até a balança para a sua pesagem, de três em três dias foram pesados até o décimo quinto dia de experimentação os frutos tiveram um peso total inicial quando chegaram ao laboratório de 8.806,40 kg.

Essas perdas da parede celular foram acometidas já nos primeiros dias nas amostras controle, também acentuando até o final de quinze dias de armazenamento, sendo que 80% dos frutos no término dos quinze dias encontravam com a variação dos tecidos da parede celular. A perda de água é um fator limitante para essa ocorrência, as medidas foram feitas com uma média de 20,1 °C de ar seco, 16,1 °C de ar úmido e 73,7 (%) em média da umidade relativa.

Nos frutos com tratamento com ozônio (3 minutos e 9 minutos) essa ocorrência foram menor em relação às amostras controle, esse afrouxamento da parede celular, manteve firme em quase 80% dos frutos.

A coloração da casca iniciou-se, em um predomínio da cor verde, tanto nas amostras controle (AC) bem como nos dois tratamentos (3 minutos e 9 minutos) com ozônio.

A partir do terceiro dia ocorreram estrias levemente amareladas e se acentuando até o término do experimento no décimo quinto dia, as amostras controle (AC) acometeram mais drasticamente, sendo menor no tratamento com (3 minutos) e menor ainda no tratamento com (9 minutos).

Figura 09. Período de armazenamentos (1º ao 15º dia)



1º dia de armazenamento



3º dia de armazenamento



6º dia de armazenamento



9º dia de armazenamento



12º dia de armazenamento



15º dia de armazenamento

O mamão tem por volta de 88% de teor de água no interior das células, a perda da água pelo fruto, pode refletir no decréscimo de peso para o produto e produtor, causando o enrugamento dos tecidos, perda de brilho e má aparência.

A perda de água é pela evaporação a transpiração da superfície do produto. Essa perda também foi maior nas amostras controle, nas amostras ozonizadas a perda foi menor por peso total de fruto.

Os frutos foram envoltos por filmes plásticos, dando um possível modificado na atmosfera ao seu redor, esse envolvimento do fruto também diminui a respiração auxiliando no tratamento, tanto nas amostras controle quando nas amostras ozonizadas. Os filmes deixam os frutos respirarem á troca gasosa fruto ar, a permeabilidade ajuda o processo de amadurecimento controlado sem alterar a qualidade do fruto e seu odor.

A sanitização do mamão é determinada para a qualidade do produto na fase pós-colheita.

Questionado por Pinto, et. al.; (2006), que frutos armazenados sob filme plástico em refrigeração, reduz perdas por podridão de pós-colheita em uma temperatura de 1°C em 21 dias.

Essa sanitização com ozônio mostrou uma diferença significativa, comparada com o que Pinto, (2006) refere-se ao ser levadas a refrigeração.

## Pêssego

A Figura (10) relata a recepção dos pêssegos no laboratório para início do tratamento, os frutos (*Prunus pérsica*), obtidos no mercado local do município de Botucatu – SP, chegando ao laboratório foram selecionados, procurou-se uma padronização uniforme dos exemplares para o processo de experimentação. Levou-se em consideração frutos de um tamanho quase uniforme com cor de casca e qualidade.

Figura 10. Recepção dos pêssegos no laboratório.



Após a seleção eles foram lavados com água destilada para a remoção de algumas impurezas aderidas á superfície.

As amostras controle foram secas e recobertas com filme plástico e identificadas, pois, cada uma foi pesada no início e a cada 3 dias até completar o 9 dias de experimento. Os outros dez frutos foram divididos em dois grupos de cinco frutos, para a imersão no balde com ozônio (3 minutos e 9 minutos) demonstrado na Figura (10). Depois do decorrido tempo de imersão eles foram secos e recobertos com filme plástico e identificados pesados e armazenados em bandeja plástica.

Figura 11. Tratamento com ozônio imersão (3 minutos e 9 minutos).



A tomada de peso dos frutos é para o registro do rendimento inicial o decorrer do processo até o término do procedimento no 9º dia.

Os quinze frutos tiveram um peso inicial total de 1.015,20 kg, com a sucessão de pesagem observou as perdas em sua massa ao 3º dia, acentuando no 6º dia e uma total perda da massa no 9º dia.

As bandejas foram armazenadas em uma sala com temperatura ambiente com uma temperatura média de 20,1 °C de ar seco, 16,1 °C de ar úmido, com uma umidade relativa por volta de 73,7 %.

Adotado essas medidas o armazenamento iniciou-se, a bandeja contendo três lotes com cinco frutos constituiu a parcela experimental.

Na Figura (12) a baixo relata o armazenamento que ocorreu do primeiro ao nono dia, sendo efetuadas análises no 0, 3, 6 e 9 dias de armazenamento, os frutos apresentaram ser mais sensíveis com o termino do experimento no nono dia.

Figura 12. Amostra de pêssgo (1º, 3º, 6º e 9º dia de armazenamento).





A cor dos frutos foi decrescendo para um escurecimento da casca já no 3º dia das amostras controle, as amostras tratadas com ozônio esse escurecimento mostrou-se menos agressivo registrado na Figura (12) todo o procedimento no decorrer dos períodos de armazenamento. Resultado semelhante corresponde aos de PEZZI (2010) que indicou em seus experimentos que o ácido cítrico não segurou essa ação de escurecimento enzimático nas amostras controle, por outro lado houve nas amostras processadas com ozônio em imersão com (3 minutos e 9 minutos) perdas menores para o escurecimento do fruto.

A firmeza foi realizada no manuseio de pesagem do fruto a cada três dias, com o apalpamento leve do fruto, verificou-se a firmeza das amostras decorrente do tempo de armazenamento de nove dias. Essa manutenção de firmeza decorreu nos tratamentos (3 minutos e 9 minutos) até os seis primeiros dias, em uma combinação da perda da massa fresca pela transpiração dos mesmos. A firmeza é representada com um significativo valor de resultado em CHIATTONE (2008) também observados esse efeito da combinação com o ozônio na inibição da perda de firmeza dos frutos minimamente processadas nos seus experimentos

O ozônio mostrou-se eficaz na perda da massa no tempo de 9 minutos, perdeu menos massa, o ozônio pode estabilizar as membranas e paredes celulares protegendo essa ação nos frutos.

A senescência é a responsável por toda a mudança de cor, aroma, textura, valor nutritivo, essas modificações traz problemas para os frutos causando perda de peso e qualidade, um controle com o processo de ozonização pode reparar ou minimizar esses processos, foi um agente anti-escurecimento que evitou o escurecimento enzimático e prolongou a vida pós-colheita do produto.

## Morango

Os morangos após chegarem ao laboratório foram higienizados com uma lavagem com água destilada. O pseudofruto recebeu o mesmo tratamento que as frutas anteriores, foram mantidas para o experimento o cálice.

Figura 13. Pseudofrutos (morango) após primeira lavagem com água destilada para a retirada de impurezas vinda do campo.



O peso total de 244,5 kg dos quinze pseudofrutos, mostrado na Figura (13) junto com os demais produtos para o experimento, também foram adquiridos no comércio local, foram pesados e separados em três grupos de cinco pseudofrutos.

As amostras controle foram lavadas com água destilada, secas, recobertas com filme plástico, identificadas e pesadas.

Os demais pseudofrutos foram imersos em um balde com ozônio em uma concentração de 6,5 ppm durante (3 minutos e 9 minutos).

A submissão aos tratamentos de sanitização com ozônio mostrou uma redução significativa de alguns agentes, cor, perda da massa, textura que é apresentada a seguir com a observação feita ao período de armazenamento onde os pseudofrutos foram submetidos.

Figura 14. Tratamento do morango com imersão no ozônio (3 minutos e 9 minutos)



Depois da imersão o que é mostrado na Figura (14) eles foram secos, recoberto com filme plástico, identificados e pesados.

Usou-se bandeja plástica de polietileno retangular para o armazenamento até o término que duraram 9 dias de armazenamento.

O ozônio gerado a uma concentração de 6,5 ppm em uma sala com temperatura ambiente que variou de 20,1 °C ar seco e 16,1 °C de ar úmido, com 73,7 (%) de umidade relativa.

A desinfecção úmida dos morangos foi avaliada a sua cor, firmeza de polpa e sua perda de massa fresca.

Figura 15. Armazenamento dos pseudofrutos (morango) nos períodos de, (0, 3, 6 e 9 dias).



0 dia



3 dia



6 dia



9 dia

Os pseudofrutos são muito sensíveis ao manuseio pré e pós-colheita, sua disposição no mercado requer muito cuidado, para evitar tais acontecimentos. As injúrias nesse pré como no pós-colheita e a principal causa da diminuição da qualidade.

Afirma SILVA (2011) que as injúrias mecânicas são as maiores responsáveis por essas perdas.

Como mostra na Figura (15) a decrescência do estádio dos pseudofrutos no decorrer do período de nove dias. A cor da polpa superficial dos morangos foi acompanhada visualmente, do 0 dia até o 9 dia, que não teve uma perda significativa nos dias que foram amostrados, sua cor permaneceu a mesma durante os dias de armazenamento.

Firmeza da polpa foi observada na tomada de peso a cada três dias de anotações, firmeza ou textura foi amostrado com um leve toque dos dedos nos pseudofrutos. Na amostra controle no 3º dia os morangos tinham uma textura firme, já no 6º dia foi sentido um leve amolecimento da polpa e no 9º dia eles estavam completamente flácidos.

Os tratamentos de (3 minutos e 9 minutos) continuaram no 3º dia, 6º dia e 9º dia com uma firmeza de polpa bem razoável.

Quanto à perda da massa fresca, que foi determinada subtraindo o peso inicial com o final, com as medidas de peso a cada 3 dias.

O odor característico do morango manteve-se ao longo dos dias de armazenamento, nas amostras ozonizadas, esse odor ocorre pela ação oxidante dos compostos aromáticos produzidos pelos pseudofrutos. O efeito do gás ozônio pode inibir a emissão de ésteres voláteis como o metil-butanoato, que é um composto aromático característico do pseudo fruto.

Nas amostras controle, ocorreu um leve amarelecimento dos morangos próximos à região do pedículo, nas amostras ozonizadas não foi observado esse acontecimento.

A cor responde bem em uma atmosfera de 80% de umidade relativa, que associada a uma temperatura de 20 °C este pigmento avermelhado se manteve.

No experimento a temperatura a temperatura média foi de 20,1 °C e a umidade relativa foi de 73,7 (%) mais o tratamento, manteve esse pigmento em níveis aceitáveis.

Com a estabilidade em meio aquoso o ozônio que foi usado a uma concentração de 6,5 ppm não trouxe maiores prejuízos para a qualidade dos morangos experimentados.

O morango é muito sensível e sua degradação é rápida, o ozônio usado no tratamento de imersão de (9 minutos) retardou mais essa degradação do pseudofruto.

➤ As hortaliças:

### Cenoura

A cenoura é uma hortaliça bem comercializada, consumida in natura ou em outras formas. Vendidas picada, ralada, embalada facilita sua utilização nos mais diversos pratos, bolos e doces.

In natura ela em condição de resfriamento pode ser conservada até quinze dias. A recepção da cenoura aconteceu da mesma forma que as frutas, foram adquirida no mercado local e recepcionada no laboratório da Tecnobrasil, como mostra a Figura (16), após uma lavagem para a retirada das impurezas, ela foi dividida em três grupos de cinco unidades para receber os tratamentos.

Figura 16. Recepção das cenouras.



As amostras controle (CAC) foram lavadas com água destilada, secas, embaladas com filme plástico PVC, pesadas e identificadas para o controle.

A demais cenoura foi subdividida em dois grupos de cinco unidades, receberam o 1 grupo um tratamento com ozônio na concentração de 6,5 ppm e foram imersas em um balde com capacidade de 5 litros, por (3 minutos). O mesmo aconteceu com as cenouras restantes, foram submetidas à imersão em um balde com capacidade de (5L) com ozônio por um período de (9 minutos).

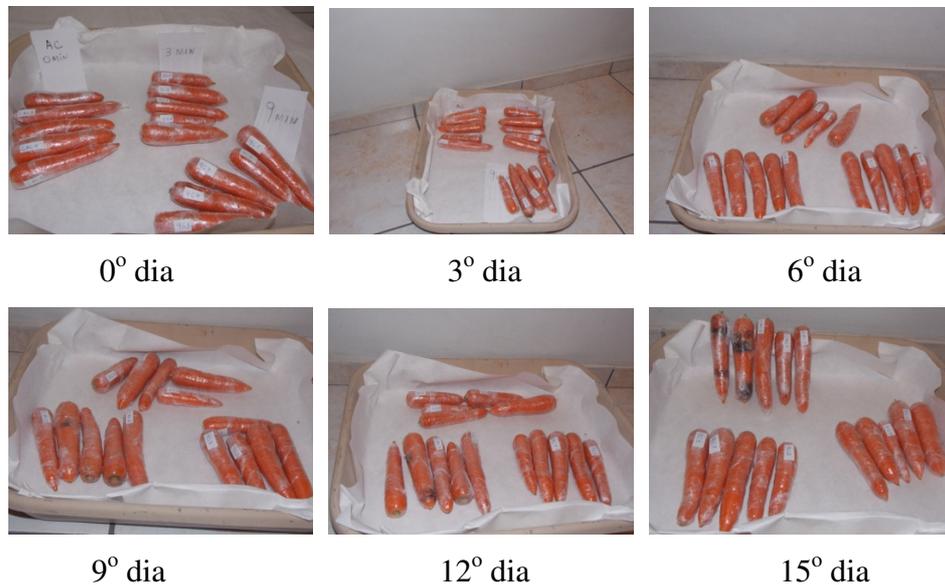
Figura 17. Tratamento das cenouras com imersão em água ozonizada (3 minutos e 9 minutos).



Como é mostrado na Figura (17), o processo de imersão nos baldes de (3 minutos e 9 minutos), as hortaliças foram secas, embaladas com filme plástico, pesadas e identificadas.

As amostras controle e as amostras de (3 minutos e 9 minutos) foram acondicionadas em bandejas retangulares de poliolefileno e armazenadas de 0º dia a 15º dias, para as medidas sugeridas.

Figura 18. Período de armazenamento (cenoura).



As observações e as medidas de peso como é demonstrado na Figura (18), às cenouras apresentaram um bom resultado quanto a sua rigidez, mantiveram rígida do 0º dia até o 12º dia, apresentando no 15º dia as amostras controle uma leve perda de rigidez, já as de 3 minutos e 9 minutos se mantiveram rígidas até o fim do experimento no 15º dia.

Figura 19. Tomada de peso das cenouras e observação das condições da hortaliça.



Quanto à cor características amostras controle (CAC), no 9º dia em diante apresentaram um esbranquiçamento e se acentuou até o fim do experimento no 15º dia.

A sua massa fresca, teve uma perda no 3º dia até o 15º dia, obviamente é o processo de evaporação da sua parte úmida.

A amostra controle (CAC) manteve uma perda de massa fresca superior as do tratamento de (3 minutos e 9 minutos) com imersão no balde com ozônio.

O tratamento de imersão de (9 minutos) com ozônio mostrou ser mais vantajoso, obteve resultados de perda menor que o tratamento de (3 minutos) e as amostra controle que não receberam tratamento com ozônio.

Figura 20. Presença de manchas escuras nas cenouras.



A hortaliça apresentou manchas escuras observadas na Figura (20), sendo apresentadas nas amostras controle, manchas maiores envolvendo quase toda a hortaliça. As amostras tratadas com ozônio foram notadas no 15º dia pequenas pintas escuras, que poderiam ser passadas despercebidas se não fosse observadas com cuidado.

Em experimento com hortaliças SILVA (2011) testou juntamente com a Embrapa hortaliças minimamente processadas (no caso cenoura), embaladas a vácuo e levadas a uma

temperatura de armazenamento de 5 °C, essas hortaliças indicam que é possível manter-se a qualidade por aproximadamente vinte dias.

### Tomate

Muito se procura um tratamento que prolongue a vida de prateleira de produtos alimentícios. A aparência do fruto tomate é um grande atrativo para expor á vendam, os consumidores tendem a avaliar a qualidade do tomate por sua, coloração, sabor, firmeza, tamanho etc.

Figura 21. Recepção dos tomates no laboratório da Tecnobrasil.



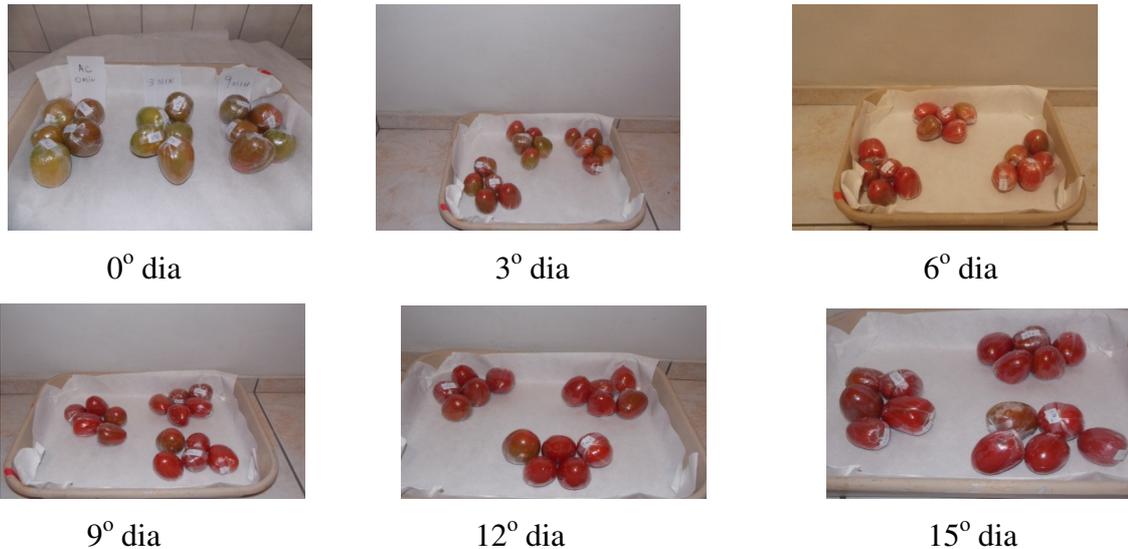
Os tomates em teste foram recebidos após compra no mercado local a Figura (21), mostra essa recepção dos frutos e previamente lavados com água destilada para uma limpeza de impurezas aderidas ao fruto, como feito com os demais produtos.

Os 15 frutos foram divididos em três grupos de cinco unidades com um peso inicial total de 1.913,60 kg, as amostras controle (TAC), foram lavadas com água destiladas, secas, embaladas, pesadas e identificadas para controle.

As demais foram imersas em um balde com ozônio a 6,5 ppm, o mesmo ocorreu com os cinco frutos restantes em baldes com ozônio há (3 minutos e 9 minutos).

Foram os frutos retirados dos baldes, secos, embalados com filme plástico, pesados e identificados.

Figura 22. Período de armazenamento dos tomates após tratamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dia).



Os tomates de cultivar Débora apresentaram perdas demonstradas na Figura (22), que mostra a relação de armazenamento do dia 0<sup>o</sup> até o 15<sup>o</sup> dia.

A coloração do fruto na recepção tende ao verde-amarelado na Figura (22), mostra os dias decorridos, e a cor avermelhada já começa a predominar no 3<sup>o</sup> dia de armazenamento, acentuando até o 15<sup>o</sup> dia.

A firmeza do fruto apresentou nas amostras controle (TAC), um aspecto de murcho iniciando no 6<sup>o</sup> dia de armazenamento, as amostras tratadas com ozônio permanecem firmes até o 12<sup>o</sup> dia vindo a degradar-se pouco para o final do experimento.

A diferença das amostras controle é nítida no aspecto murcho, possivelmente se o experimento tivesse um período maior de armazenamento o resultado amostra controle e amostras tratadas seriam bem distintas.

Manchas esbranquiçadas nas amostras controle (TAC) tiveram um aumento, as amostras tratadas apresentarem em alguns frutos bem poucas essa ocorrência.

Amassa fresca, provoca à redução do peso, a troca fruto-ar evaporação da sua água traz uma grande perda de volume consequentemente o peso, obrigando o comerciante a vender mais fruto para compensar essa perda.

Segundo CHIATTONE (2010), relata que FERREIRA, et. al.; (2008) em dados coletados durante experimentos com ozônio constatou redução de perdas de aproximadamente 50%.

O decaimento da concentração de etileno pode ou deve estar relacionado mais ao tempo de imersão de (9 minutos) dos frutos em ozônio, que se mostrou ser menor.

## Mandioquinha

Essas raízes se degradam rapidamente, por esse motivo vários estudos estão sendo desenvolvidos para que essa perda seja minimizada.

Aumentar a sua vida de prateleira é um desafio, acondiciona-la, em embalagens duradoras são formas já testadas.

Figura 23. Mandioquinha lavada e seca, após recepção.



Na Figura (23) inicia-se a experimentação da mandioquinha, sua recepção sua pré-lavagem, seleção das melhores raízes para os testes, foram feitas.

Uma seleção rigorosa foi adotada, a mandioquinha recebe muitos atritos no transporte causando injúrias. Lavadas, secas, pesadas, embaladas e identificadas, tem início do processo de armazenamento.

Das 15 raízes que tiveram um peso inicial de 971,60 kg, cinco foram para as amostras controle (MAC), cinco para imersão em ozônio a 6,5 ppm em (3 minutos) de período de tempo e as outras cinco foram para o tratamento com ozônio em um período de tempo de (9 minutos).

A mandioquinha-salsa se reduz substancialmente a sua conservação em pós-colheita, a sua preservação e a qualidade e a vida de prateleira é um grande desafio.

Figura 24. Período de (0, 3 e 6 dias) de armazenamento das mandioquinhas.



Na Figura (24) mostra os dias de armazenamento, do 0º dia até o 6º dia, a raiz não suportou um processo como os demais em um período de tempo de 15 dias, sua degradação ocorreu no 6º dia.

As amostras controle já apresentaram manchas, flacidez de polpa e perda da massa fresca no 3º dia de experimento, as amostras tratadas mantiveram um pouco mais saudáveis, mais se degradaram no período de seis dias.

O apodrecimento, a mancha escura observada na Figura (24) acentua-se tanto nas amostras controle, quanto nas amostras tratadas com ozônio.

A massa fresca também teve sua perda acentuada, mas o emprego do gás ozônio em quantidades adequadas pode aumentar a vida de prateleira dessas raízes. Afirma MAZIEIRO (2010) em relatos publicados que obteve êxito com o processo com ozônio com outras raízes.

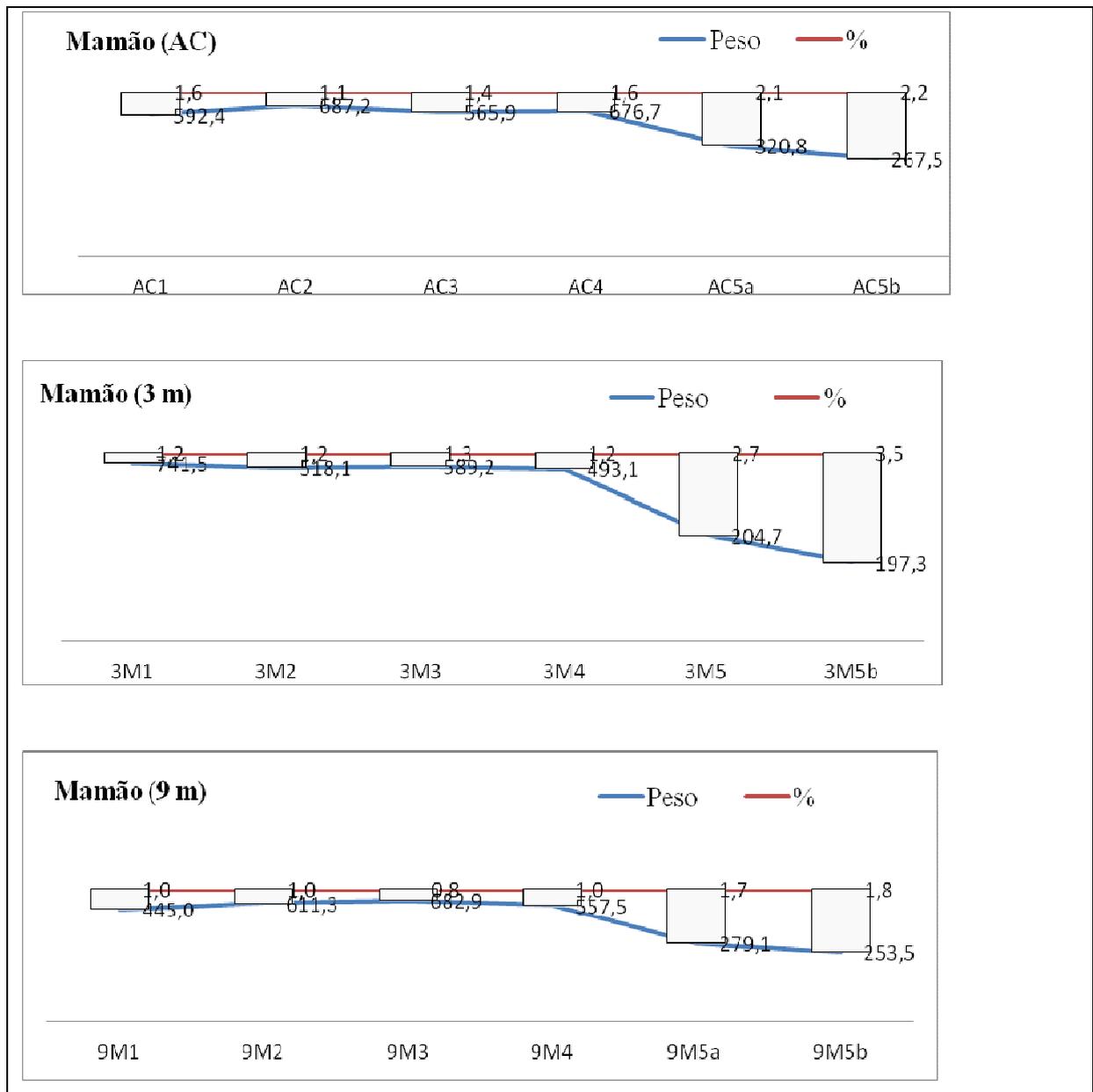
Alguns autores reafirmam que esses tipos de raízes muito perecíveis, podem receber um tratamento de redução de casca, tamanho e uma aplicação de sanitizante tornando adequados para o consumo.

Os produtos agrícolas são na sua grande maioria perecíveis, tem sua vida útil reduzida, tem elevado teor de umidade que com sua perda são desclassificados para o consumo.

As frutas principalmente são climatéricas sua classificação, (tem uma grande taxa de respiração). PINTO, et. al.; (2006) as frutas e hortaliças a perda da matéria fresca se dá principalmente no processo de transpiração, déficit de vapor que é a diferença do ar (seco) e do ar (úmido).

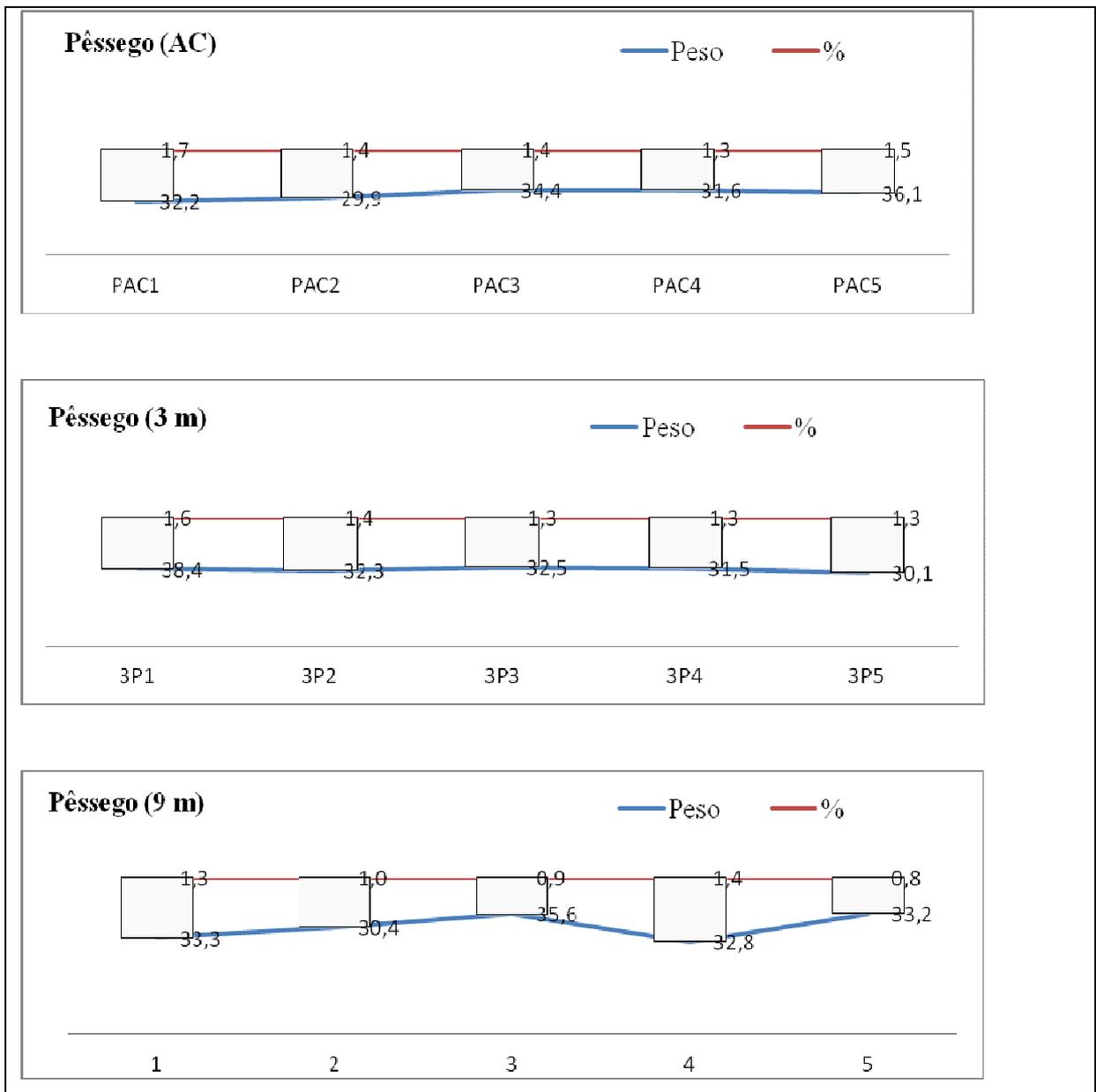
Nas Figuras (25, 26, 27, 28, 29 e 30) deve-se considerar, a relação do peso das frutas e das hortaliças a cada período de armazenamento, bem como a perda em porcentagem de gramas que os produtos sofreram com o déficit de vapor que resultou na apresentação dos resultados feito em porcentagens apresentados a seguir.

Figura 25. Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos mamão usados no experimento.



Fazendo um comparativo observado na Figura (25) nota-se que os mesmos frutos tiveram perda de massa específica no decorrer do período de armazenamento, sendo observado que o tratamento com ozônio (9 minutos) de imersão teve uma perda menor (1%, 1%, 0,8%, 1%, 1,7% e 1,8%) de resultados comparados com os demais. Esse tratamento mostrou-se ser mais eficiente retardando ou inibindo essas perdas.

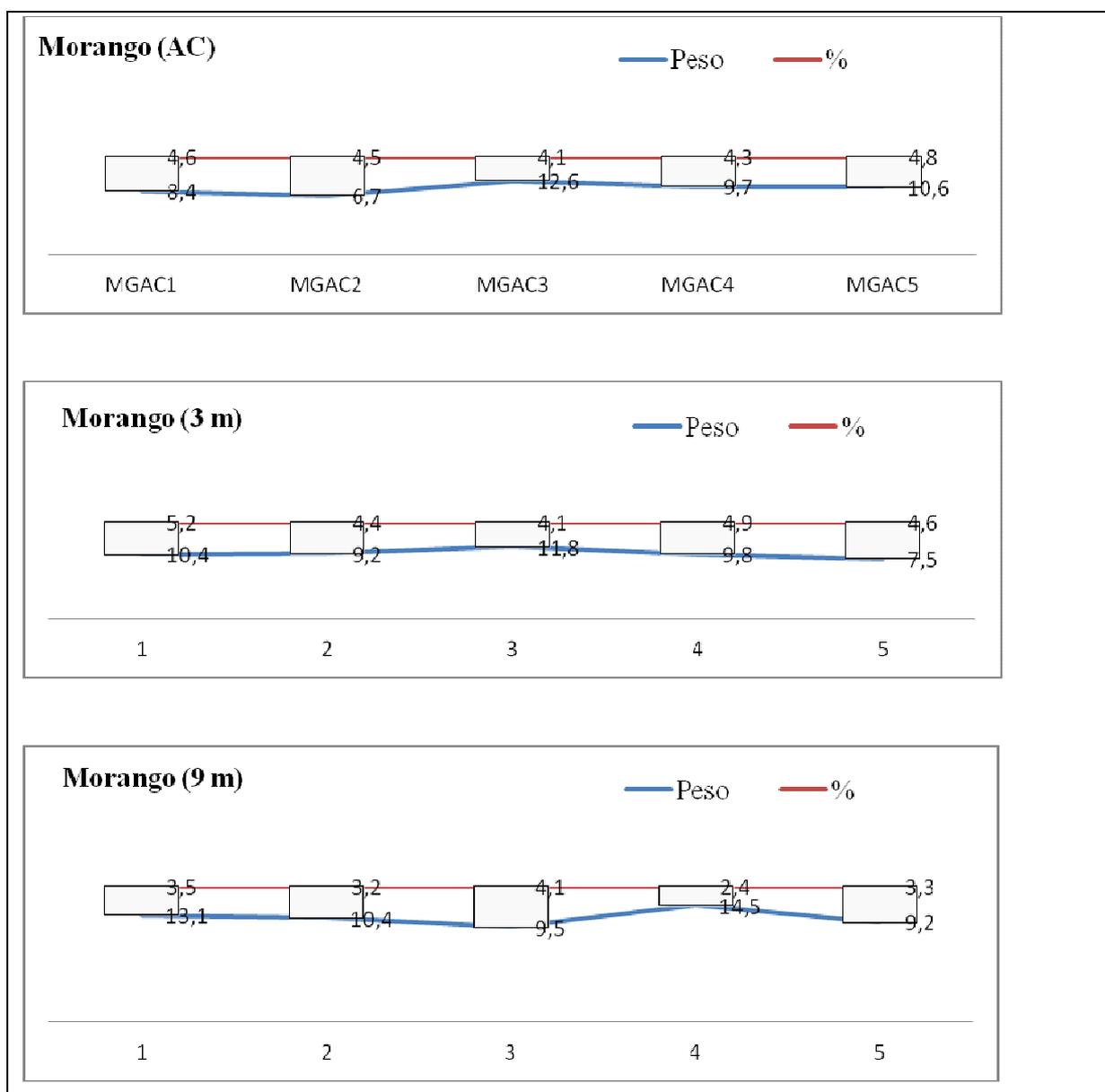
Figura 26. Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos de pêssigo usados no experimento.



A Figura (26) relata os fatos que o ozônio mostrou mais eficiência no tratamento com imersão (9 minutos) essas perdas foram menores (1,3%, 1%, 0,9%, 1,4% e 0,8%) que os demais tratamentos.

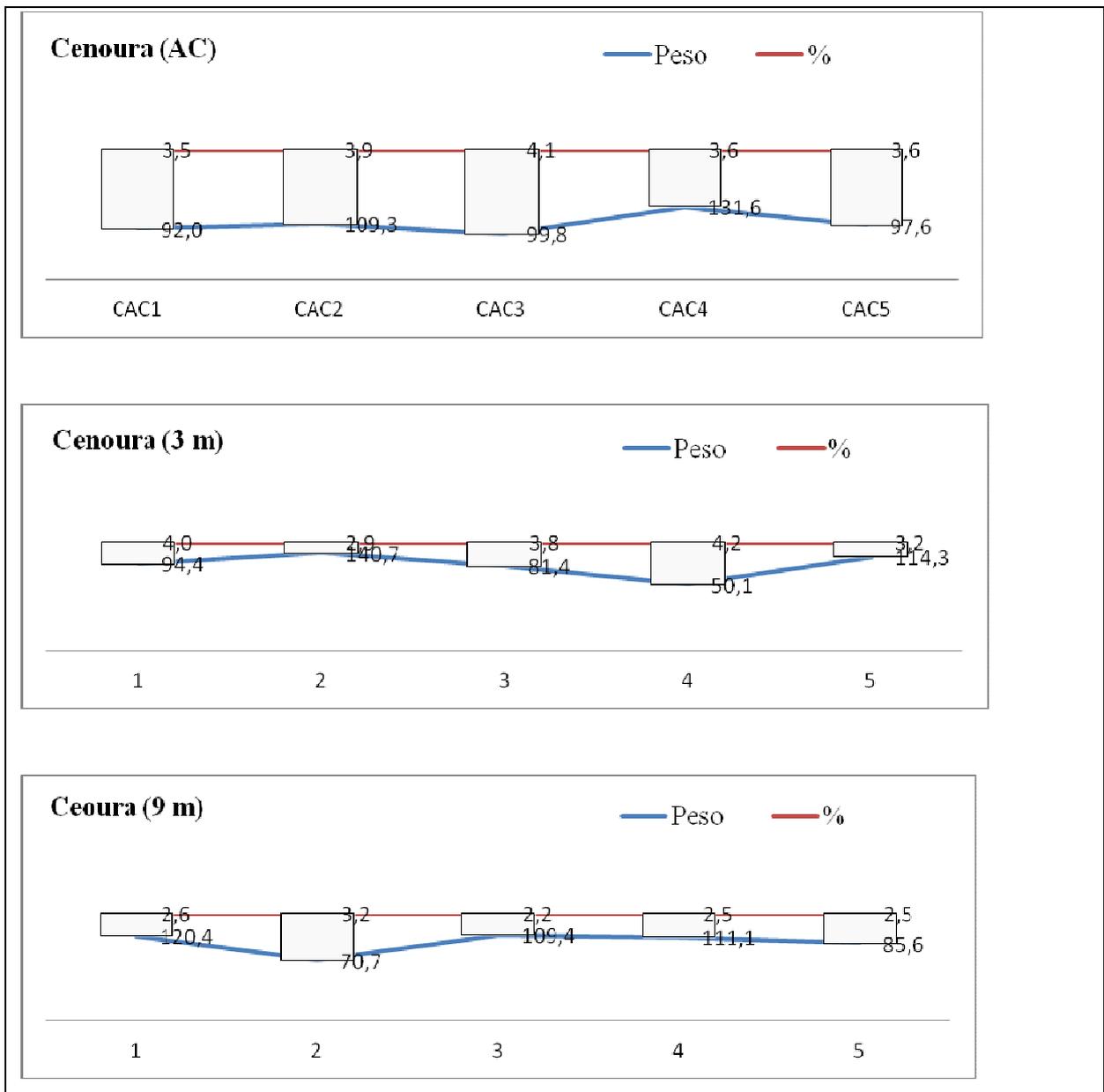
A perda do vapor d'água está diretamente relacionada à perda da massa fresca. O fruto conserva-se mais e mais atraente sendo fator fundamental para sua preservação. O tratamento com ozônio (9 minutos) trouxe valores diferentes em cada dia de avaliação, a retenção maior da umidade e uma ação na composição química do fruto influenciou nos resultados á cima.

Figura 27. Média dos pesos e das percentagens dos cinco frutos de morango usados no experimento.



A perda já é um processo natural na maturação dos frutos, em que muitas substâncias agem acometendo o produto. No caso do experimento notam-se perdas naturais que foram inibidas com a ação do ozônio, nas amostras controle (AC) essas perdas variaram de 4,6 a 4,8%, já na imersão com ozônio (3 minutos) ocorrerem em menor escala vindo a ser bem menor no tratamento com imersão com ozônio (9 minutos), que variou de 3,5% a 3,3% relatadas na Figura (27). O tratamento com ozônio (9 minutos), no presente trabalho reduziu as trocas gasosas dos frutos, consequentemente a taxa respiratória.

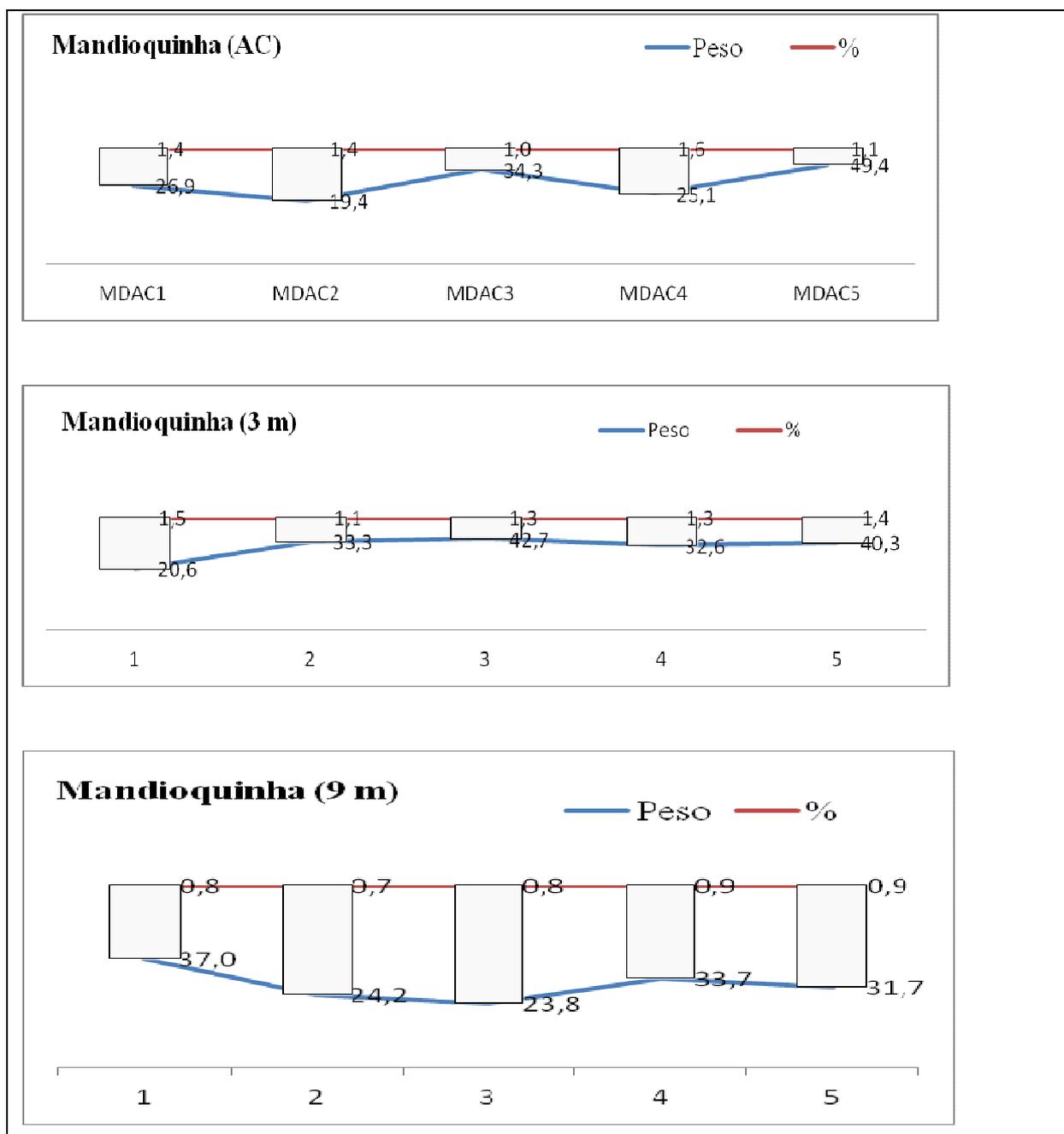
Figura 28. Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças cenoura usadas no experimento.



Adotado o mesmo procedimento de observação que os demais, na Figura (28) relata também perdas menores no tratamento com imersão com ozônio (9 minutos), a sua ação no caso específico de perda de massa mostrou-se ser um mecanismo que reprimiu essa perda, sendo menor que nos demais tratamentos.

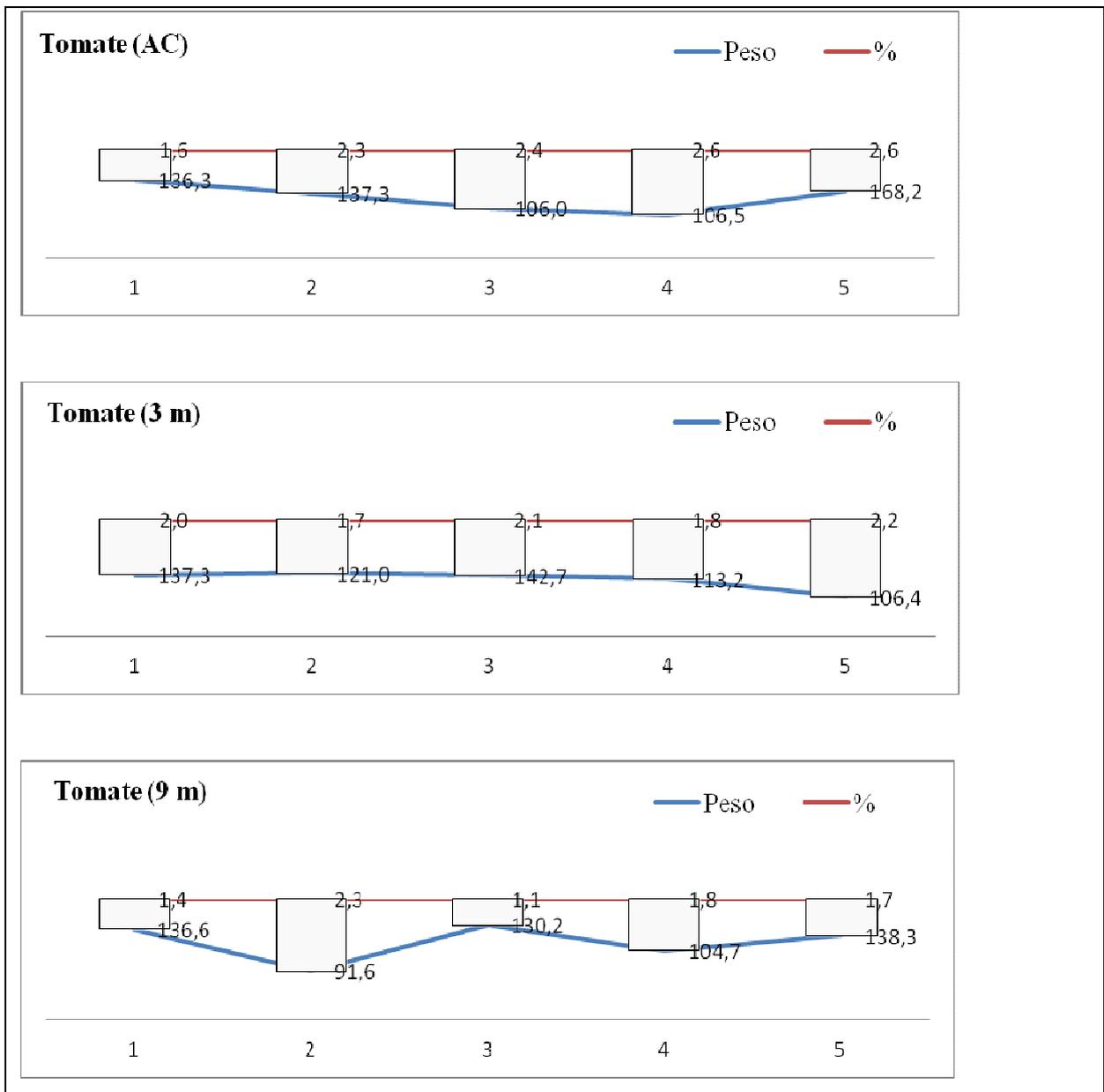
Esta é uma tendência comum nas hortaliças também, iniciando o processo de amadurecimento, pois o amaciamento das paredes se dá pela perda da massa fresca. Já aquelas tratadas com ozônio (9 minutos) apresentou um bloqueio da ação, e a atividade permaneceu baixa, durante o período de armazenamento.

Figura 29. Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças mandioquinha usadas no experimento.



A mandioquinha é um produto muito perecível seu tempo de degradação foi rápido, em seis dias houve a completa deterioração do produto, mesmo assim a ação do ozônio se fez presente no tratamento com imersão de (9 minutos). Sua perda foi bem menor que os demais, na Figura (29) ilustra esse ocorrido em relação ao peso da hortaliça e sua perda extrapolada para percentagem, essa pesagem foi tirada em média dos cinco hortaliças com a média das cinco anotações de percentagem.

Figura 30. Média dos pesos e das percentagens das cinco hortaliças tomate usados no experimento.



O tomate uma hortaliça um pouco mais resistente mostrou uma boa firmeza, teve sua cor acentuada para o vermelho manteve-se firme. Logicamente houve perdas da massa fresca e entre os tratamentos esses valores foram bem notados, na Figura (30) os resultados do experimento atestam uma perda maior no décimo quinto dia em relação aos tratamentos de (3 minutos) e (9 minutos), esse último mostrando muito mais eficaz na preservação do fruto.

A taxa respiratória foi observada em todo o tratamento, acentuado nas amostras controle (AC) e na imersão com ozônio (3 minutos), o tratamento com (9 minutos) foi eficaz e não apresentou alterações superiores que os demais tratamentos.

#### 4.1.1.1.1 Processos de custos

Análise da viabilidade econômica do gás ozônio em água foi avaliada a sua ação em frutos e hortaliças, submetidos a tratamento de imersão em três e nove minutos na concentração de 6,5 ppm. Esse tratamento teve um período de dias para que pudesse ser as frutas e as hortaliças analisado seu tempo de prateleira, o quanto os produtos poderiam estar em condições de consumo após esses tratamentos. Foram percorridos períodos de 0 a 15 dias, em uma temperatura ambiente de 20,1 °C ar (seco) e 16,1 °C ar (úmido) e uma umidade relativa de 73,7 (%). Para avaliação econômica foi calculado o custo do equipamento (cedido pela Tecnobrasil) e a utilização do equipamento (consumos de – água e energia elétrica), indicadores de tempo de retorno do capital, valor presente líquido e taxa interna de retorno.

A Tecnobrasil cedeu o equipamento para o uso no experimento, o procedimento de geração do gás é um processo simples, que a passagem de um fluxo de água contínuo em uma ampola de vidro, onde recebe uma descarga de muita alta tensão (MAT). Essa descarga é produzida ao aplicar-se uma alta tensão elétrica entre dois eletrodos paralelos, existindo um espaço livre entre eles, gerando elétrons com uma energia suficiente para a quebra das moléculas de  $O_2$ , formando ozônio  $O_3$ .

Os custos tiveram que ser divididos em custos fixos Tabela 1, que são especificados os valores de massa específica dos frutos e hortaliças ozonizados e não ozonizados.

Nos período de armazenamento do experimento, refletindo a valores de massa específica de cada tratamento, esses valores de massa foram convertidos para massa relativa subtraindo os valores massa inicial com os valores de massa final.

Tabela 03. Conversão da massa específica, preço dos frutos e hortaliças no mercado e o seu valor real a cada depreciação do produto no decorrer do período de armazenamento sem e com tratamento com ozônio.

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	3159.6	2785.8	2861.0	8806.4	2,34	4,00
3	3135.4	2763.5	2851.8	8750.7	2.33	3,97
6	3127.7	2750.8	2837.7	8716.2	2.32	3,96
9	3104.7	2749.0	2825.6	8679.3	2,31	3,94
12	3079.9	2724.2	2804.6	8608.7	2,29	3,91
15	3063.4	2698.8	2794.7	8556.9	2,28	3,89

\*Mamão

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	77,1	78,2	89,2	244,5	0,081	4,99
3	72,8	73,5	86,1	232,4	0,073	4,74
6	70,6	71,5	84,2	226,3	0,070	4,62
9	67,5	67,9	80,0	215,4	0,063	4,40
12	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-

\*Morango

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	338,2	339,1	337,9	1015,2	0,737	10,89
3	336,3	327,7	331,0	995,0	0,722	10,67
6	320,6	322,2	323,0	965,8	0,687	10,36
9	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-

\*Pêssego

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	550,7	498,1	510,2	1559,0	0,091	0,88
3	540,4	489,3	505,6	1535,3	0,089	0,87
6	537,1	486,8	501,3	1525,2	0,087	0,86
9	528,4	479,2	495,6	1503,2	0,085	0,85
12	521,3	473,1	491,9	1466,3	0,083	0,84
15	503,4	458,8	478,2	1440,4	0,078	0,81

\*Cenoura

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	318,2	347,9	305,5	971,6	0,615	9,49
3	307,8	337,2	300,1	945,1	0,582	9,23
6	305,2	331,3	295,9	932,4	0,566	9,11
9	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-

\*Mandioquinha

Período dias de armazenamento	Massa específica peso (Kg)			Preço		
	(AC)	3 minutos	9 minutos	(Kg)	(R\$)	(R\$)
				Peso total	Unitário	Kg
0	669,6	632,8	611,2	1913,6	0,53	4,22
3	663,0	627,5	606,8	1897,3	0,52	4,18
6	660,0	625,3	603,3	1888,6	0,52	4,16
9	652,0	618,0	598,8	1868,8	0,51	4,12
12	647,3	614,8	595,9	1858,0	0,50	4,10
15	634,0	604,8	591,9	1830,7	0,49	4,04

\*Tomate

A Tabela 3 acima demonstra a relação peso e valor do quilo dos frutos e das hortaliças, seu valor total, unitário e o valor da degradação que os frutos e as hortaliças sofreram no decorrer de sua perda de massa específica, no decorrer dos períodos de armazenamento. O seu peso total é a soma das amostras controle (AC) e os dois tratamentos (3 minutos e 9 minutos) a que eles foram submetidos no experimento.

Tabela 04. Essa tabela relaciona o peso total dos frutos e das hortaliças e o valor do quilo dos produtos utilizados no experimento, com os custos de depreciação do gerador, gasto de energia elétrica e o gasto com a água, para que o gerador pudesse ozonizar o volume de água utilizado para os tratamentos.

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	8806,40	8750,70	8716,20	8679,30	8608,70	8556,90
Valor do Kg (R\$)	4,00	3,97	3,96	3,94	3,91	3,89
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	4,00570	3,97570	3,96570	3,94570	3,91570	3,89570

\*Mamão

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	244,50	232,40	226,30	215,40	-	-
Valor do Kg (R\$)	4,99	4,74	4,62	4,40	-	-
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	4,99570	4,74570	4,62570	4,40570	-	-

\*Morango

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	338,20	336,30	320,60	-	-	-
Valor do Kg (R\$)	10,89	10,67	10,36	-	-	-
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	10,89570	10,67570	10,36570	-	-	-

\*Pêssego

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	1559,00	1535,30	1525,20	1503,20	1466,30	1440,40
Valor do Kg (R\$)	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,81
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	0,88570	0,87570	0,86570	0,85570	0,84570	0,81570

\*Cenoura

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	971,60	945,10	932,40	-	-	-
Valor do Kg (R\$)	9,49	9,23	9,11	-	-	-
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	9,49570	9,23570	9,11570	-	-	-

\*Mandioquinha

Período de armazenamento (dias)	0	3	6	9	12	15
Peso total (Kg)	1913,60	1897,30	1888,60	1868,80	1858,00	1830,70
Valor do Kg (R\$)	4,22	4,18	4,16	4,12	4,10	4,04
Consumo de energia elétrica KWh	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960	0,09960
Custo da energia elétrica (R\$/KWh)	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028	0,00028
Custo da água (R\$/m <sup>3</sup> )	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544	0,00544
Depreciação do gerador (Dia)	0,0	0,83333	1,66666	2,50000	3,33333	4,16667
Valor total do Kg (corrigido)/R\$	4,22570	4,18570	4,16570	4,12570	4,10570	4,04570

\*Tomate

O valor total dos frutos e hortaliças apresenta uma variação do peso decorrente dos dias de armazenamento pela perda da massa específica, o valor do quilo referente ao peso dos produtos degradados. O consumo de energia elétrica e água e a depreciação do aparelho foi apresentada em valores diários, o valor de depreciação do gerador, consumo de água e de energia elétrica só entrou na soma dos custos no primeiro dia em que o gerador de ozônio foi usado para os tratamentos, nos demais dias esse valor não é acrescentado à soma de custo. O valor do quilo (corrigido) apresenta a soma do consumo de energia elétrica e o consumo de água, é um valor muito pequeno que muda valores em centésimo no custo corrigido dos produtos Tabela 2.

Para os cálculos foram cotados os preços de cada produto (R\$), correspondendo o (Kg) dos produtos utilizados, frutas e hortaliças, no mercado onde foram adquiridos, correspondendo o demonstrativo da Tabela 1 para cada tratamento realizado.

Tabela 05. Cálculo do custo de oportunidade (valor do gerador de ozônio).

Período de armazenamento (dias)	Custo de oportunidade		
	Montante	Taxa de juros de 1% ao mês	
	R\$	R\$	R\$/Kg
0	1000,00	0,00	0,0000
3	1001,00	1,00	0,2518
6	1002,00	2,00	0,5050
9	1003,00	3,00	0,7614
12	1004,00	4,00	1,0230
15	1005,00	5,00	1,2853

Na Tabela 2 relacionam-se os custos hipotéticos da aquisição do aparelho (gerador de ozônio), seu custo de projeto, componentes eletrônicos, de mais componentes, mão de obra, de oportunidade e sua depreciação. Custos de processo de produção, basicamente foram os custos da degradação do produto armazenado, e os custos do tratamento com ozônio e não tratados com ozônio, conseqüentemente foram levantados os custos de consumo do equipamento para a produção do gás ozônio, energia elétrica e água. Neste comparativo de custo usaram-se os dados apresentados na Tabela 1, para transformar o valor de cada produto usado no experimento.

Para os cálculos do consumo da energia elétrica e da água, para utilização no gerador de ozônio, esses custos foram estimados uma aplicação hipotética para um volume de 1000 m<sup>3</sup>. Diante da característica do aparelho produzido pela Tecnobrasil, em função de uma concentração utilizada de ozônio 6,5 ppm, em um período de imersão em água ozonizada três minutos e nove minutos. Baseado no consumo de energia, para esse período de tempo, que foi de 0,01 KWh, em um valor comercial urbano de KWh (CPFL) a R\$ 0,00028, para esse cálculo efetivar-se foi observado valores demonstrado na Tabela 1 e 2.

Os cálculos de juros e custo de oportunidades:

$$F = P(1+J)^n \quad [ 12 ]$$

Onde;

F = Valor acrescido de juros do montante usado;

P = Valor do investimento;

J = Juros;

n = Período de tempo.

Foi definido com a remuneração do direito de uso de uma unidade monetária por um determinado período de tempo. Oportunidade do capital e sua taxa de crescimento no tempo, sendo esse capital próprio ou de terceiro.

A taxa de juros utilizada para análise econômica foi de 1 % ao mês (cotada em Agosto, 2013), paga a um investimento em fundos de renda fixa.

A Tabela 5 demonstra o procedimento do cálculo dos juros e custo de oportunidade para cada período de armazenamento.

O cálculo da depreciação do aparelho, que é a reserva contábil destinada a gerar recursos para a substituição do capital investido em um bem para sua vida produtiva.

$$Dt = \frac{B - F}{N} \quad [ 13 ]$$

Onde:

Dt = valor da depreciação em qualquer ano, R\$;

B = valor depreciável durante os anos de vida útil do ativo, R\$;

F = valor final, R\$;

N = vida útil, ano.

Um bem durável geralmente utiliza-se uma taxa de 10% ao ano, sendo usada para cálculo no período de geração do gás (três minutos e nove minutos) e o quilograma dos produtos em estudo.

A Tabela 2 resume o procedimento do cálculo da depreciação para cada período de tratamento.

A receita foi calculada pelo valor da degradação ocorrida na massa específica aparente ao longo do armazenamento Tabela 2, descontando-se os custos da depreciação, da oportunidade da energia elétrica e da água dos valores dos frutos e das hortaliças ozonizadas.

As receitas são fluxos de recursos financeiros, da implantação da nova tecnologia e a vida útil ao longo do processo.

O fato marcante é a perda ser menor no tratamento com imersão no ozônio em (9 minutos), foi predominantemente em todos os produtos experimentados conforme observamos na Tabela 4 e as figuras (25, 26, 27, 28, 29 e 30).

Para os cálculos das VPL, TIR e VAUE temos que mensurar um fluxo de caixa, este apresentado na Figura 31 representa o caminho a ser seguido para os cálculos tanto das frutas e das hortaliças dos valores futuros trazidos ao presente com uma taxa descontada ao final do valor do investimento.

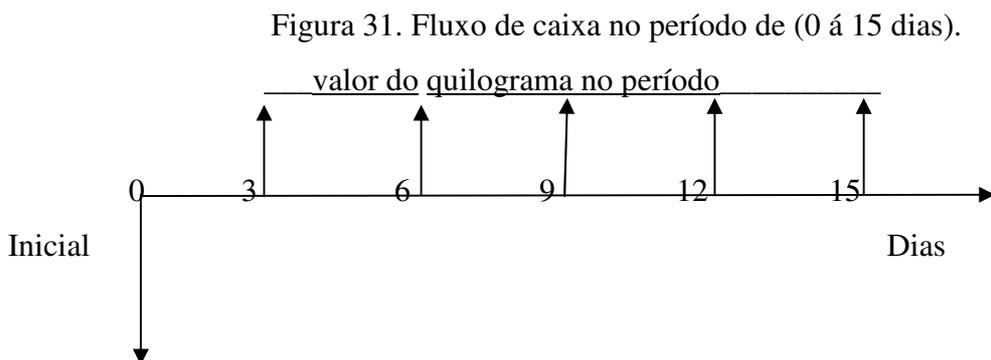


Tabela 6 este demonstrativo relata o valor inicial do quilo do produto, o seu valor nos períodos de armazenamento e os valores de TIR, VPL e VAUE em uma taxa de atratividade TMAR de 12%.

## Mamão

Tabela 06. O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo mamão sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg		
	Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	4,00	4,00	4,00
3	3,96	3,96	3,98
6	3,92	3,95	3,95
9	3,91	3,95	3,94
12	3,88	3,90	3,91
15	3,87	3,87	3,89

Tmar = 12%

## Amostras Controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-3,99	3,96	3,96	3,91	3,88	4,17
Flux. Caixa acumulado	-3,99	-0,03	3,89	7,80	11,68	15,82
Flux. Caixa descontado	-3,99	-3,56	-2,02	3,96	3,92	3,91
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-3,99	-7,55	-9,57	-5,61	-1,69	2,21

TIR 95%

VPL 10,26

VAUE 1,50

(CONT...)

(CONT...)

3 Minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-3,99	3,96	3,95	3,95	3,90	4,14
Flux. Caixa acumulado	-3,99	-0,03	3,92	7,87	11,77	15,92
Flux. Caixa descontado	-3,99	-0,72	3,96	3,95	3,95	3,90
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-3,99	-4,71	-0,75	3,19	7,14	11,04

TIR 96%

VPL 10,33

VAUE 1,51

9 Minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-3,99	3,98	3,95	3,94	3,91	4,16
Flux. Caixa acumulado	-3,99	-0,01	3,94	7,88	11,79	15,95
Flux. Caixa descontado	-3,99	-0,72	3,98	3,95	3,94	3,91
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-3,99	-4,71	-0,73	3,21	7,15	11,06

TIR 96%

VPL 10,36

VAUE 1,52

## Morango

Tabela 07. O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo morango sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg		
	Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	4,99	4,99	4,99
3	4,74	4,69	4,81
6	4,62	4,56	4,71
9	4,40	4,33	4,47
12	-	-	-
15	-	-	-

Tmar = 12%

## Amostra Controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,99	4,74	4,62	4,40	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-4,99	-0,24	4,38	8,78	8,78	9,06
Flux. Caixa descontado	-4,99	-0,91	4,74	4,62	4,40	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,99	-5,90	-1,15	3,46	7,87	7,87

TIR 77%

VPL 6,22

VAUE 0,91

(CONT...)

(CONT...)

3 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,99	4,69	4,56	4,33	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-4,99	-0,30	4,26	8,59	8,59	8,87
Flux. Caixa descontado	-4,99	-0,91	4,69	4,56	4,33	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,99	-5,90	-1,21	3,35	7,68	7,68

TIR 75%

VPL 6,07

VAUE 0,89

9 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,99	4,81	4,71	4,47	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-4,99	-0,17	4,53	9,01	9,01	9,28
Flux. Caixa descontado	-4,99	-0,91	4,81	4,71	4,47	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,99	-5,90	-1,08	3,62	8,10	8,10

TIR 78%

VPL 6,40

VAUE 0,94

## Pêssego

Tabela 08. O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo pêssego sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	10,89	10,89	10,89
3	10,82	10,52	10,62
6	10,32	10,34	10,40
9	-	-	-
12	-	-	-
15	-	-	-

Tmar = 12%

## Amostra Controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-10,88	10,82	10,32	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-10,88	-0,05	10,26	10,26	10,26	10,54
Flux. Caixa descontado	-10,88	-1,98	10,82	10,32	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-10,88	-12,87	21,65	20,64	0,00	0,00

TIR 59%

VPL 7,17

VAUE 1,05

(CONT...)

(CONT...)

3 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-10,88	10,52	10,62	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-10,88	-0,36	10,26	10,26	10,26	10,54
Flux. Caixa descontado	-10,88	-0,27	10,52	10,62	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-10,88	-11,16	21,04	21,25	0,00	0,00

TIR 59%

VPL 3,96

VAUE 1,12

9 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-10,88	10,66	10,40	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-10,88	-0,21	10,19	10,19	10,19	10,47
Flux. Caixa descontado	-10,88	-0,27	10,66	10,40	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-10,88	-11,16	21,33	20,81	0,00	0,00

TIR 59%

VPL 3,93

VAUE 1,11

## Cenoura

Tabela 09. O preço em função da perda de massa específica sofrida pela cenoura sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg		
	Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	0,88	0,88	0,88
3	0,86	0,86	0,87
6	0,85	0,86	0,86
9	0,84	0,84	0,85
12	0,83	0,83	0,84
15	0,80	0,81	0,82

T<sub>mar</sub> = 12%

## Amostras controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	1,08
Flux. Caixa acumulado	-0,87	-0,01	0,84	1,69	2,52	3,60
Flux. Caixa descontado	-0,87	-0,15	0,86	0,85	0,84	0,83
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-0,87	-1,03	1,72	1,71	1,68	1,66

TIR 95%

VPL 2,32

VAUE 0,34

(CONT...)

(CONT...)

3 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-0,87	0,86	0,86	0,84	0,83	1,08
Flux. Caixa acumulado	-0,87	-0,00	0,85	1,69	2,53	3,62
Flux. Caixa descontado	-0,87	-0,02	0,86	0,86	0,84	0,83
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-0,87	-0,89	1,72	1,72	1,69	1,67

TIR 96%

VPL 1,37

VAUE 0,38

9 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-0,87	0,87	0,86	0,85	0,84	1,10
Flux. Caixa acumulado	-0,87	-0,00	0,86	1,71	2,56	3,66
Flux. Caixa descontado	-0,87	-0,02	0,87	0,86	0,85	0,84
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-0,87	-0,89	1,74	1,72	1,70	1,69

TIR 97%

VPL 1,39

VAUE 0,39

## Mandioquinha

Tabela 10. O preço em função da perda de massa específica sofrida pela mandioquinha sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg		
	Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	9,49	9,49	9,49
3	9,17	9,19	9,32
6	9,10	9,03	9,19
9	-	-	-
12	-	-	-
15	-	-	-

Tmar = 12%

## Amostras controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-9,48	9,17	9,10	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-9,48	-0,30	8,79	8,79	8,79	9,07
Flux. Caixa descontado	-9,48	-1,73	9,17	9,10	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-9,48	-11,21	18,35	18,20	0,00	0,00

TIR 58%

VPL 6,13

VAUE 0,89

(CONT...)

(CONT...)

3 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-9,48	9,19	9,03	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-9,48	-0,28	8,75	8,75	8,75	9,02
Flux. Caixa descontado	-9,48	-0,24	9,19	9,03	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-9,48	-9,72	18,39	18,07	0,00	0,00

---

TIR 58%

VPL 3,34

---

VAUE 0,95

9 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-9,48	9,32	9,19	0,00	0,00	0,27
Flux. Caixa acumulado	-9,48	-0,16	9,02	9,02	9,02	9,30
Flux. Caixa descontado	-9,48	-0,24	9,32	9,19	0,00	0,00
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-9,48	-9,72	18,64	18,38	0,00	0,00

---

TIR 60%

VPL 3,53

---

VAUE 1,00

## Tomate

Tabela 11. O preço em função da perda de massa específica sofrida pelo tomate sem e com tratamento com ozônio, no período do primeiro ao décimo quinto dia de armazenamento.

Armazenamento (Dias)	Preço por Kg		
	Tratamentos		
	AC	3 Minutos	9 Minutos
0	4,22	4,22	4,22
3	4,17	4,18	4,18
6	4,15	4,16	4,16
9	4,10	4,12	4,13
12	4,07	4,09	4,11
15	3,99	4,03	4,08

Tmar = 12%

## Amostras controle

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,21	4,17	4,15	4,10	4,07	4,27
Flux. Caixa acumulado	-4,21	-0,03	4,12	8,23	12,31	16,58
Flux. Caixa descontado	-4,21	-0,76	4,17	4,15	4,10	4,07
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,21	-4,98	8,35	8,31	8,21	8,15

TIR 95%

VPL 10,77

VAUE 1,58

(CONT...)

(CONT...)

3 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,21	4,18	4,16	4,12	4,09	4,31
Flux. Caixa acumulado	-4,21	-0,02	4,14	8,26	12,36	16,67
Flux. Caixa descontado	-4,21	-0,10	4,18	4,16	4,12	4,09
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,21	-4,32	8,36	8,33	8,24	8,19

TIR 96%

VPL 6,41

VAUE 1,82

9 minutos

Período	0	3	6	9	12	15
Investimento Inicial	-2,77					0,27
Depreciação Gerador	0,277					
Gasto energia Elétrica	0,00028					
Gasto consumo Água	0,00544					
Flux. Caixa	-4,21	4,18	4,16	4,13	4,11	4,36
Flux. Caixa acumulado	-4,21	-0,02	4,14	8,27	12,38	16,75
Flux. Caixa descontado	-4,21	-0,10	4,18	4,16	4,13	4,11
Flux. Caixa acumulado/ descontado	-4,21	-4,32	8,37	8,33	8,26	8,22

TIR 96%

VPL 6,44

VAUE 1,83

O experimento revelou três opções de tratamento para as frutas e hortaliças do ponto de vista econômico, apontando a melhor opção de tratamento e retorno do capital investido. Considerando para o experimento uma taxa mínima de atratividade igual a 12% a.a., foi verificada a viabilidade do tratamento com ozônio diante das amostras controle.

O tratamento com ozônio sobre os frutos e as hortaliças apresentou um retorno de capital quando foi tratado com imersão na água ozonizada há nove minutos, foi mais rentável a partir do nono dia de armazenamento onde sua perda da massa específica mostrou-se ser menor do que as amostras controle e á de três minutos.

Comparando com a Tabela 4 as porcentagens observa-se no período de quinze dias o tratamento com nove minutos de imersão foi melhor sua resposta para o armazenamento. Conseqüentemente o preço do quilo da fruta ou da hortaliça tende a ser maior que os demais tratamentos mostrando um resultado desde o terceiro dia 0,3%, até o décimo quinto dia 2,3%.

O valor presente líquido indica uma diferença para maior entre as receitas, observada na Tabela 6 que a VPL foi aumentando da amostra controle e do tratamento com três minutos, para o de nove minutos, sendo maior que zero, aumentando proporcionalmente nos tratamentos.

O método do VPL é bem aplicado para se obter subsídios de argumentação em uma dada independência de investimento para uma nova tecnologia, a decisão de aceitação ou não aceitação do projeto.

Podemos afirmar que o tratamento com ozônio pode ser uma alternativa econômica viável com a imersão em nove minutos em um determinado período de tempo como foi mostrado neste trabalho.

A taxa interna de retorno (TIR) para o presente estudo foi gradual aumento da amostra controle para a imersão em três minutos, vindo a ter um pequeno aumento para o tratamento de nove minutos.

As TIRs maiores que zero indicam que as receitas descontadas são superiores aos custos descontados.

O trabalho relaciona dados no qual se inicia a degradação dos frutos e das hortaliças, o relacionamento de perdas e o tratamento com ozônio em uma concentração de 6,5 ppm fez com que na imersão com ozônio há nove minutos essa perda da massa específica aparente das frutas e hortaliças fosse menor.

A análise econômica foi positiva mesmo com o processo de degradação dos frutos e das hortaliças, a imersão no ozônio há nove minutos foi desfavorável à ação de algumas atividades químicas e biológicas e considerando a perda da massa fresca um principal agente

causador de perda de massa e preço de quilo do produto armazenado, pois o valor inicial o preço do quilo perde-se em um período de tempo. Precisando ofertar mais massa do produto para poder remunerar o quilo correspondente do início.

As amostras controle (AC) mostraram um baixo desempenho, ocasionando perdas maiores comparadas com os tratamentos.

Finalizando, as receitas dos frutos e das hortaliças tratadas e não tratadas com ozônio tiveram valores de quilos próximos, essa estrita relação entre o preço do quilo inicial e o valor do preço do quilo no período decorrido de quinze dias em que o experimento foi realizado, mas em se tratando de valores monetários compromete e provoca perdas expressivas em uma produção ou comercialização de tonelada mês.

## 5 CONCLUSÃO

O amadurecimento das frutas e hortaliças foi diretamente influenciado pela perda da massa específica.

O ozônio em um tratamento com imersão em nove minutos prolongou a vida útil dos produtos. No ajuste da concentração á 6,5 ppm na água ozonizada, apresentou um amadurecimento um pouco mais lento que os demais tratamentos.

Diante das análises financeiras, constatou-se, através dos indicadores de rentabilidade que o tratamento com imersão em ozônio em nove minutos apresentou ser mais viável, e o mais rentável. Simulações na receita e nos custos (análise de sensibilidade) ficaram evidentes que a sensibilidade de uma variação entre massa específica e preço do produto, tem variações em relação ao preço final do produto após o décimo quinto dia.

O tratamento com água ozonizada nos frutos e nas hortaliças pode ser adotado pelos produtores e comerciantes, a fim de redução das perdas de massa específica pós-colheita.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. P.; et al. Tratamento de efluentes industriais por processos oxidativos na presença de ozônio. **Química Nova**, vol.27, n.5, p.818-824. 2004. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-importancia...ozonio-e...no.../61258/.html>>. Acesso em: 26 jan. 2012.
- ANTUNES, L M. et al. **Manual de administração rural: custos de produção**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 1996. 142p. Disponível em:<[http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/.../201111211053617tec\\_\\_em\\_agropec...html](http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/.../201111211053617tec__em_agropec...html)>. Acesso em: 20 jan. 2012.
- BUARQUE, C. Avaliação econômica de projetos. In: BUARQUE, C. **Avaliação Financeira e econômica**. Editora Campus, 1991 p. 130-180. Disponível em:<[http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/.../201111211053617tec\\_\\_em\\_agropec...html](http://www.jc.iffarroupilha.edu.br/.../201111211053617tec__em_agropec...html)>. Acesso em: 20 jan. 2012.
- BURKS, A. S. et al. **Temperature in: Subramanyam, b.; Hagstrum, D.W. Alternatives to pesticides in Storedproduct IMP**. Massachusetts: Kluwer Academic, 2000. p. 73 – 104. Disponível em:<<http://www.seer.ufv.br/seer/index.php/reveng/article/view/12/2.html>>. Acesso em: 26 jan. 2012.
- CHIATTONE, P. V.; TORRES, L. M.; ZAMBIASI, R. C. Aplicação do ozônio na indústria de alimentos. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, 2008, v. 19, n. 3, p. 341 – 349, jul./set. 2008. Disponível em: <[http://www.Serv – bib.fctar.unesp.br./Alimentos e nutrição... , 2009 \(PDF\)](http://www.Serv – bib.fctar.unesp.br./Alimentos e nutrição... , 2009 (PDF))>. Acesso em: 05 fev. 2012.
- CHIATTONE, P. V. **Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada**. 2010. 123f. Tese (Doutorado em Ciências, Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas RG, Pelotas, 2010. Disponível em: <<http://scielo.br/pdf/.html>>. Acesso em: 19 jan.2012.
- CONAB Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento de safra 2005/2006 – 2º Levantamento novembro/2005. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br.html>>. Acesso em: 12 fev. 2012
- CONSTANTINO, M. G.; MEDEIROS, E. F. Construção e Otimização de um Sistema para Produção e Aplicação de Ozônio em Escala de Laboratório. **Química Nova**, São Paulo, 1999. v.22,n.3, p.81-96, may/jun. 1999. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.phpacript=sci\\_arttext&pid=so100-40421999.>](http://www.scielo.br/scielo.phpacript=sci_arttext&pid=so100-40421999.>)html. Acesso em: 22 jan. 2012.
- FRASCINO, A. V. M. **Efeito do ozônio diluído em água no reparo de feridas monocorticais em fêmures de ratos *wistar* induzidos ou não ao diabetes: Estudo histomorfológico e histomorfométrico**. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas)- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo USP, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://scielo.br/pdf/abemv86>>. Acesso em: 28 dez 2011.

DELGADO, G. C. Capital financeiro e agricultura no Brasil. São Paulo, ICONE-Unicamp, 1985. 240 p. **Estud. Av.** vol.15 n.43 São Paulo Sept./Dec. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci...pid...40142001000300013.html>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

DULLEY, Richard D.; CARMO, Maristela S. Viabilidade econômica do sistema de produção na agricultura alternativa. **Revista de Economia Rural**, v.25, n.2, p.225-250, abr./jun., 1987. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?script.html>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. **Methods for Physical & chemical analysis of freshwaters**. IBP n. 8 2<sup>nd</sup> edition. Blackwell Scientific Publications. 213p., 1978.

KELLS, S.A. et al. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. **Journal of Stored Products Research**, v. 37, p.371-383, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415.html](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415.html)>. Acesso em: 22 jan. 2012.

KOTLER, Philip – **Administração de Marketing** – 10<sup>a</sup> Edição, 7<sup>a</sup> reimpressão – Tradução Bazán Tecnologia e Linguística; revisão técnica Arão Sapiro. São Paulo: Prentice Hall, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php.html>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

KOPITTKE, H. B.; CASAROTO F. N. Análise de Investimento. São Paulo: Atlas, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php.html>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

KUNZ, A.; FREIRE, R. S.; ROHWEDDER, J. J. R.; DURAN, N.; MANSILLA, H.; RODRIGUEZ, J. Construção e otimização de um sistema para produção a aplicação de ozônio em escala de laboratório. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 425-428, 1999.

LAPOLLI, F. R.; et al. Desinfecção de efluentes sanitários por meio de ozonização. In: Gonçalves, R. F. Desinfecção de efluentes sanitários. Rio de Janeiro: **RIMA**, 2003. Projeto PROSAB, p. 170 – 209. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41-69k.html](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41-69k.html)>. Acesso em: 26 mar. 2012.

LIMA C. E. S. **Equalização do Potencial Elétrico**. Monografia de conclusão do curso de especialização em engenharia e manutenção hospitalar. Instituto de Pesquisas Hospitalares - IPH, São Paulo, SP 2002. Disponível em: <<http://www.esp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2009/07/revista06.pdf.html>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

LUTZENBERGER J. A. O Absurdo da Agricultura. **Estudos Avançados**, São Paulo, 2001, v15n43/v15n43a07, p. 61 – 74 jul 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/.html>>. Acesso em: 28 mar. 2012.

MATHEUS, C. E.; MORAES, A. J.; TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. **Manual de análises limnológicas**. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Centro de recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, 1995.

MOURA, J. C. **Proteção de Sistemas Elétricos**. Monografia apresentada á Universidade Federal de Lavras, Curso Pós-Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia, para a obtenção do Título de Especialista em Formas Alternativas de Energia. – Universidade Federal de, 2010. 86f, Lavras MG, 2010. Disponível em:<<http://www.solenerg.com.br/files/tcc-juliomoura-protecaolica.pdf.html>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 9. Ed 2003. Disponível em:;<[http://www.esaf.fazenda.gov.br/.../Oficina\\_80\\_Nocoos\\_de\\_Contabilidade.html](http://www.esaf.fazenda.gov.br/.../Oficina_80_Nocoos_de_Contabilidade.html)>. Acesso em 12 fev. 2012.

MAZIEIRO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 2010, v.12, n.1, p. 89-99, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/.html>>. Acesso em: 29 dez. 2011.

NOGUEIRA, E. Análises de investimentos. **Livro Gestão Agroindustrial**, São Paulo, 2009, v. 2, cap.IV, p. 206-266, dez. 2009. Grupo de Estudos e Pesquisas Agroindustriais/coordenador BATALHA, M. O. – 5 ed. – São Paulo: Atlas, 2009. Disponível na Biblioteca CEETEPS – FATEC/BT. Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Acesso em: mar. 2012.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2.ed. São Paulo:Atlas, 1987. 269p. Disponível em: <[http://www.cpa0.embrapa.br/11cbm/\\_html/trabalhos/.../pasta86.PDF.html](http://www.cpa0.embrapa.br/11cbm/_html/trabalhos/.../pasta86.PDF.html)>. Acesso em: 03 fev. 2012.

PENNA, L. B. Estudo do comportamento de compra dos consumidores: uma análise da utilização desta ferramenta na elevação do consumo da carne suína no Brasil. **Revista Facevv**, Sete Lagoas MG, 2008, v. 1, n. 1, p. 41 – 51, set 2008. Disponível em: <<http://www.facevv.ufv.br/arquivofaculdadecenecista.html>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

PEREIRA, A. M. et al. **Viabilidade econômica do gás ozônio como fumigante em grãos de milho armazenados**. 2008.Dissertação (Mestrado em economia Rural/Departamento de Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola DER/UFV, Viçosa MG. Engenharia na Agricultura, v.16, n.2, 144-154 Abr/Jun., 2008. Disponível em: <[http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde\\_busca/processaArquivo.php.html](http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_busca/processaArquivo.php.html)>. Acesso em: 23 jan. 2012.

PEREIRA, M. T. C.; RIBEIRO, S. C. A.; CARVALHO, S. F. M. Revisão sobre o uso de ozônio no tratamento de mastite bovina e melhoria da qualidade do leite. **Bioscience Journal** 2003 v. 19, n. 2, Versão online, Universidade Federal de Uberlândia MG Campus de Umuarama, 2003.Disponível em: <<http://biosciencej@ufu.br.html>>. Acesso em: 14 jan. 2012.

PEZZI, E. **O uso do ozônio como Sanitizante em Pós-Colheita de Produtos Agrícolas**. 2010. 30f. Monografia apresentada para obtenção ao Título de Especialista, curso de Pós-Graduação Lato Sensu Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas. Porto Alegre RS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia – UFRGS, Porto Alegre RS, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21619locale=en.html>> Acesso em: 10 jan. 2012.

PINHO, L. M.; CEDRAZ, L. A.; Importância do ozônio e seus efeitos no ambiente: propriedades, aplicabilidades e políticas ambientais. **Web Artigos**, Artigo submetido à, Folha de São Paulo, em 2 de fevereiro de 2011, v. 27, n. 5, p. 818-824, 2004. Disponível em: <<http://webartigos.com.html>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

POLLI, M. ; FRAGA, M.; Podemos criar uma industria química sem impactos ambientais. **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico, (Com Ciência)**, São Paulo SP, v. 5, n. 8 p. 590, 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edica-31k.html>>. Acesso em: 30 mar. 2012.

PINTO, L. K.; et al. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. out – dez, 2006, Vol. (4), 26, pp. 744 – 748. Disponível em: <[http://www.serv-bib.fectar.unesp.br/alimentosenutricao..., 2009 \(PDF\).html](http://www.serv-bib.fectar.unesp.br/alimentosenutricao...,2009(PDF).html)>. Acesso em: 05 fev. 2012.

PLONSKI; G. A. Bases para um movimento pela inovação tecnológica no Brasil. São Paulo em Perspectiva. V. 19, n. 1, p. 25-33, jan/mar. 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v19n1/v19n1a02.pdf.html>>. Acesso em: 04 fev. 2012.

PRESTES, E. B. **Avaliação da eficiência do ozônio como sanitizante em hortaliças folhosas minimamente processadas**. 2007. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/pdf.html>>. Acesso em: 08 fev. 2012.

RESENDE, J. M.; FIORI, J. E.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SILVA, E. M. R. da; BOTREL, N. **Processamento do palmito de pupunheira em agroindústria artesanal – uma atividade rentável e ecológica**: processamento. EMBRAPA, 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pupunha/PalmitoPupunheira/processamento.htm>>. Acesso em 06 jan. 2012.

RIBEIRO, E. N. et. al. Implementação do tratamento de água de chuva com tecnologia de ozônio no aeroporto internacional de São Paulo (AISP). In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 25<sup>o</sup>, São Paulo. Disponível em: <[http://www.hidroaer.ita.br/PDF/HIDROAER\\_RelatorioFinal\\_Anexo\\_31.pdf.html](http://www.hidroaer.ita.br/PDF/HIDROAER_RelatorioFinal_Anexo_31.pdf.html)>. Acesso em: 28 dez 2011.

ROCHA, Welington. **Contribuição ao estudo de um modelo conceitual de sistema de gestão estratégica**. Tese (Doutorado) em Controladoria e Contabilidade da Universidade de São Paulo. São Paulo, FEA/USP, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/pdf.html>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

TAMBOLIN, N.; JULIATO, A. J. Gerenciamento dos Custos da Qualidade e sua Aplicação na Geração de Oportunidades de Melhoria na Fiação da Coteminas S.A. de Blumenau SC. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.3, n.4, p.83 – 104, sem II 2009. Temática jan/mai, 2009. Disponível em: <<http://www.rica.unives.com.br/index.php/rica/article/viewfile/333/296html>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

SANCHES, C. M. S. **Utilização do óleo ozonizado para o tratamento tópico de lesões em porquinho da índia (*Cavia porcellus*) – Relato de caso.** 2008. 38 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Clínica Médica e Cirúrgica de Animais Selvagens) – Universidade Castelo Branco, Itatiba SP, 2008. Disponível em: <[http://www.polivetitapetininga.vet.br/mhav/tbo/Oleo\\_ozonizado.pdf.html](http://www.polivetitapetininga.vet.br/mhav/tbo/Oleo_ozonizado.pdf.html)>. Acesso em: 12 fev. 2012.

SANTOS, A. K. et al. Nível de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.273-279, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662011000600012&scr.html>>. Acesso em: 14 jan. 2012.

SANTOS, G.J.dos; MARION, J.C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca.jsp?baseDados...%22SANTOS.html>>. Acesso em: 12 fev.2012.

SILVA, S. B. et. al.; Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina - PN, 2011v.32, n. 2, p. 659 – 682, abr/jun. 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/.../8426html>>. Acesso em: 05 fev. 2012.

SILVA,L. S.; PEIXOTO,P. A.; SILVEIRA JR. L.; Ozônio – Produção de Geradores, Características e Aplicações. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA E VII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11. Universidade do Vale do Paraíba, SP, 2011, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos, UNIVAP, 2011. Disponível em: <<http://www.sbpqo.org.br/resumos/2009/Supl 2009 parte 1.pdf.html>>. Acesso em: 15 jan. 2012.

SILVA, A. C. **Degradação do corante em meio salino por ozonização.** 2006, 181f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/dye/corantes.html>>. Acesso em: 28 dez.2011.

SOUZA, J. B. **Avaliação de métodos para desinfecção de água, empregando cloro, ácido peracético, ozônio e o processo de desinfecção combinado ozônio/cloro.** 2006. Tese (Doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo.php.html>>. Acesso em: 19 fev. 2012.

VICECONTI, P.E.V.; NEVES, S. Contabilidade de custos: um enfoque direto e objetivo. 2. ed. São Paulo: Frase; São Paulo: **Pearson Education**, 2007. Disponível em: <[http://www.faculdadeccaa.com.br/.../EMENTAS\\_CIENCIAS\\_CONTABEIS.html](http://www.faculdadeccaa.com.br/.../EMENTAS_CIENCIAS_CONTABEIS.html)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

WAGNER, A. A. **O mercado das Tecnologias da Informação e da Comunicação: Economia do Conhecimento e da Informação.** 2010. 82f. Monografia para o Curso de graduação em Economia da faculdade Federal dom Rio Grande do Sul, (Departamento de Ciências Econômicas). Porto Alegre 2010. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do

Sul – RS, 2010. Disponível em:<<http://www.scielo.br/scielo.php.html>>. Acesso em: 23 fev. 2012.

Botucatu, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013.

---

Hamilton Antonio Rodrigues

De Acordo:

---

Prof. Dr. Ivan Fernandes de Souza  
Orientador

---

Prof. Dr. Osmar Delmanto Júnior  
Coordenador do Curso de Agronegócio