

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

Tratamentos alternativos na pós-colheita do
morango orgânico

Gustavo Queiroz Evangelista de Almeida

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

Tratamentos alternativos na pós-colheita do morango orgânico

Gustavo Queiroz Evangelista de Almeida

Sob a orientação do professor
Luiz Aurélio Peres Martelleto

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Agosto de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A447t Almeida, Gustavo Queiroz Evangelista de, 1985-
Tratamentos alternativos na pós-colheita do morango
orgânico. / Gustavo Queiroz Evangelista de Almeida. -
2018.
64 f. : il.

Orientador: Luiz Aurélio Peres Martelleto.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em
Agricultura Orgânica, 2018.

1. Fragaria x ananassa. 2. Vida útil. 3.
Fitossanidade . I. Martelleto, Luiz Aurélio Peres,
1963-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Agricultura
Orgânica III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

GUSTAVO QUEIROZ EVANGELISTA DE ALMEIDA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM ----/----/-----

Prof. Dr. Luiz Aurélio Peres Martelleto IA/UFRRJ
Orientador

Profa. Dra. Regina Celi Cavestré Coneglian IA/UFRRJ
Titular

Dr. Leonardo Ciuffo Faver EMATER/RJ

À senhora minha mãe, Graça Evangelista
Pelo heroísmo de ter me criado,
Dedico.

Agradecimentos

Quero ser grato primeiramente ao Grande Poder Divino, pela oportunidade de pisar neste chão e poder conhecer a ciência da Vida.

Aos meus pais, por meio de quem estou aqui, um homem saudável, com um norte forjado através de seus bons exemplos de vida.

À dona Ivana, por todo carinho e pelas tapiocas quentes de manhã cedo.

Aos meus padrinhos George e Tania, por me receberem em sua casa, pela oportunidade de trabalho, e por todo carinho.

Ao meu orientador Luiz Martelleto, pelas horas dedicadas a nortear meu trabalho e por não ter desistido de mim mesmo com tantos percalços.

Ao doutor Edison Saraiva, por ter aberto a porteira de suas terras para que eu implementasse meu experimento.

Ao Bruno Reis pelo semestre em que trabalhamos juntos.

À Txai Mitt pelo apoio em momentos cruciais durante o curso.

Aos professores Osvaldo Yamanishi e Márcio Carvalho através de quem fui bem recebido e atendido durante o período do experimento nos laboratórios da UnB.

Ao Wallas Felipe pela dedicação em me orientar no experimento e pelas profundas conversas filosóficas.

Ao professor Ernandes Rodrigues, e aos técnicos de laboratório Marcio e Jackeline por todo apoio prestado.

À Daniela Martins pelas correções ortográficas e pelo companheirismo.

Biografia

O autor é nascido em Brasília, aos 20 dias do mês de setembro de 1985. Criado no meio urbano ganhou gosto pelos trabalhos no campo graças aos finais de semana em que passava nos terrenos da UDV. Entrou no curso de Agronomia no segundo semestre do ano de 2006, buscando desde o início se dedicar aos setores ligados com o desenvolvimento sustentável, tendo a oportunidade de tocar projetos de extensão com Sistemas Agroflorestais e fazer estágios em manejo e engenharia de irrigação, além de realizar seu estágio final na fazenda de orgânicos Malunga, tomando contato com a Gestão da Qualidade Total na produção Agrícola. Após formado foi contratado para trabalhar por na Cooperafloresta, atuando inicialmente como técnico em sistemas agroflorestais e posteriormente como gestor de comercialização. Após isto trabalhos na Coopcerrado atendendo comunidades extrativistas e trabalhando também como técnico em extensão rural no projeto de ATER Agroecológico do MDA.

RESUMO

ALMEIDA, Gustavo Queiroz Evangelista de. **Tratamentos alternativos na pós-colheita do morango orgânico**. 2018. ??p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

O morango é um pseudofruto conhecido por ter sua vida útil relativamente curta, motivo de grande entrave na sua comercialização. Assim, pretende-se neste trabalho comparar algumas alternativas viáveis visando estender a vida útil dos frutos. Para isso foram testados os seguintes tratamentos: água ozonizada, 2 tipos de controle biológico através de fungos bioantagonistas, água alcalina eletrolisada e água comum proveniente da Companhia de Abastecimento de Brasília (Caesb). Além destes, na instalação experimental, adotou-se mais um tratamento Controle que consistiu na ausência de qualquer tratamento. Os tratamentos foram aplicados em morangos maduros da cultivar "Portola" produzidos sob os princípios da agricultura orgânica, na região do Lago Oeste-DF. As avaliações da qualidade dos frutos foram realizadas em quatro momentos: Nas primeiras 24 horas após os tratamentos ou tempo zero (0), aos três (3), aos seis (6) e aos nove (9) dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em fatorial (6 tratamentos x 4 tempos de avaliação), com três repetições. Durante este período os morangos ficaram armazenados em câmara BOD (Biochemical Oxygen Demand) a 5° C. Na etapa de análise biológica foi avaliado a presença de bolores e para as análises físicas e químicas os parâmetros: perda de massa, pH, Acidez Total Titulável (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST) e a relação SST/ATT (Ratio). Com a coleta dos dados promoveu-se a análise de variância. Observou-se uma eficiência da água alcalina em relação ao controle de bolores. Em relação às análises físicas e químicas de todos os tratamentos nenhum deles afetou expressivamente tais parâmetros. Desta forma, o uso da água alcalina na pós-colheita mostra-se promissor por reduzir a população de bolores sem afetar sua integridade física e química, aumentando a vida útil do morango.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, vida útil, fitossanidade

ABSTRACT

The strawberry is a fruit known for having a short shelf-life, which is a big problem for its marketing. So, this work pretends to compare some viable alternatives in order to extend the shelf-life of the strawberry. For this, was tasted the following treatments: ozonized water, two kinds of biocontrol with fungi bio antagonist, potable water and alkaline electrolyzed water in ripped strawberries of Portola's cultivar farmed under the principles of Organic Agriculture in the region of Lago Oeste – DF. Besides that, in the experimental setup, has been adopted a control treatment (strawberry without treatment). The quality analyses of the fruits was realized in four times: In the first 24 hours after the immersion in the treatments (time zero), after 72 hours (time tree), after 144 hours (time six) and after 216 hours (time nine). Was adopted the experimental design completely randomized factorial (six treatment x four times of evaluation), with three repetitions. During this period the strawberries has been stored in a B.O.D. chamber at 5 °C. In the biological analyses step, was evaluated the presence of molds and in the physicochemical analyses step was evaluated the parameters: weight, pH, Total Titratable Acidity (ATT), Total Soluble Solids (SST) and the relation SST/ATT (Ratio). With data collection has been made the analyses of variance. Was observed that the treatment with alkaline water was efficient in the mold control. About the physicochemical analyses neither of the treatments presented a expressive influence this parameters. So the use of alkaline electrolyzed water on the post-harvest showed a good alternative to reduce the mold population because reduced the mold population without affect the physicochemical integrity of the fruit, improving the quality of the shelf-life os strawberry.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, shelf-life, phytosanitary

Lista de Figuras

Figura 1 - Balança comercial brasileira de frutas em relação à variação do dólar.	6
Figura 2 - Principais regiões consumidoras de morango em Kg/per capita.	8
Figura 3 - Faixas de pH da água eletrolisada e seus respectivos usos.	23
Figura 4 - Morangos orgânicos da variedade Portola	25
Figura 5 - Representação esquemática do princípio de geração do gás ozônio baseada no método DBD – Descarga por Barreira Dielétrica	27
Figura 6 - Diferença entre médias do fator de variação tempo para a análise de perda de massa fresca do morango.	34
Figura 7 - Gráfico de interação dos valores médios entre as médias de tratamento e tempo na análise de pH do morango.....	35
Figura 8 - Gráfico com os desvios padrões de cada tratamento calculados para os períodos de armazenamento de 9 e de 6 dias, relativo à análise de pH.	36
Figura 9 - Gráfico de interação das médias entre tratamento e tempo análise de Acidez Total Titulável do morango.....	37
Figura 10 - Gráfico da interação entre os tratamentos e o tempo na análise das médias de Sólidos Solúveis Totais do morango.	38
Figura 11 - Gráfico da interação entre os tratamentos e o tempo na análise das médias Ratio do morango.....	39

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Número de estudos que comparam nutrientes na produção vegetal orgânica em relação à convencional.	14
Tabela 2 – Composição da microbiota do produto Samurai Kim	20
Tabela 3 - Contagem do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC g-1) para bolores e leveduras em morangos de acordo com seus respectivos tratamentos.....	29
Tabela 4 - Valores de Massa Fresca, pH, Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Titulável Total (ATT) e Ratio dos morangos, para os diferentes tratamentos, após cada tempo de armazenamento.	31

Lista de Quadros

Quadro 1 - Comparação entre a variação do dólar e a exportação de morangos.....6

Quadro 2 - Brasil - Consumo zero de morango em diversas classes de renda.7

Sumário

1. Introdução	1
1.1 Contextualização	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Relevância Teórica e Prática	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1 Morango (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.)	3
2.1.1 Botânica do Morango	3
2.1.2 Economia do Morango	5
2.2 Agricultura Orgânica	9
2.2.1 Fruticultura Orgânica	12
2.2.2 Morango Orgânico	13
2.3 Segurança do Alimento	15
2.4 Pós-colheita	17
2.4.1 Controle Biológico na Pós-Colheita	20
2.4.3 Água Alcalina Eletrolisada na Pós-colheita	23
3. Material e Métodos	25
3.1 Origem e tratamento das amostras	25
3.2 Tratamentos:	26
3.3 Geração do gás ozônio	26
3.4 Obtenção da água ozonizada	27
3.5 Controle biológico	27
3.6 Água alcalina	28
3.7 Delineamento Experimental.	28
3.8 Análise microbiológica	28
3.8.1 Contagem de Bolores	29
3.9 Análises Físicas e Químicas	29
3.9.1 Perda de Massa Fresca	29
3.9.2 Potencial hidrogeniônico (pH)	29
3.9.3 Acidez Titulável Total (ATT)	30
3.9.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)	30
3.9.5 Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT)	30
4. Resultados e Discussão	30
4.1 Ocorrência de Bolores e leveduras	30
4.2 Avaliações Físico-Químicas	32

5. Conclusão	41
6. Revisão Bibliográfica.....	42

1. Introdução

1.1 Contextualização

A cultura do morango figura constantemente no ranking brasileiro dos alimentos mais contaminados por agrotóxicos desde que o Ministério da Saúde iniciou o Programa Nacional de Controle de Resíduos de Agrotóxicos de Alimentos-PARA, no ano de 2001 (ANVISA, 2016). O Programa de Análise de Resíduos em Alimentos tem por objetivo avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal. O último relatório disponível (2013-2015) informa que foram pesquisados até 232 agrotóxicos em 25 alimentos que representam 70% do consumo de alimentos de origem vegetal no país, coletados no varejo. No caso do morango, foram analisadas 157 amostras. Destas apenas 43 foram consideradas satisfatórias, o que representa 27% do total analisado. Em 41 das amostras foi detectada a presença de resíduos acima do Limites Máximos de Resíduos - LMR. Em 2013 o morango ficou em 2º lugar no ranking de produtos com amostras insatisfatórias. Outro dado bastante alarmante é que das 157 amostras analisadas, 110 amostras apresentaram agrotóxicos não autorizados para a cultura do morango, ou seja, 70% das amostras apresentaram produtos não permitidos para a lavoura. Dentre os agrotóxicos não autorizados para a cultura, destacou-se o Captana, detectado em 20,4% das amostras analisadas e o Carbedazin que representou 59% das amostras.

Boa parte da excessiva preocupação dos produtores, e conseqüente abuso no uso de agrotóxicos se deve ao fato de o morango ser uma cultura extremamente sensível, apresentando uma vida útil muito curta.

A agricultura orgânica desponta como alternativa ao uso dos agrotóxicos. Através do seu conhecimento das relações ecológicas e da influência que estas relações exercem sobre os cultivos, através de um manejo da biodiversidade visando o equilíbrio destas relações, através do conhecimento das relações nutricionais da planta com pré-disposição ao ataque de pragas e do manejo desta nutrição visando uma maior resistência da planta a tais ataques, a agricultura orgânica demonstra que produtos orgânicos podem ter boa produtividade, qualidade e preço competitivo (PRIMAVESI, 2014).

Mesmo que comumente os alimentos orgânicos atinjam uma vida útil maior que os alimentos convencionais (FERREIRA ET AL, 2015), pelo fato do morango ter esta vida útil muito reduzida se faz necessária a busca de métodos aceitos dentro da produção orgânica que

ampliem a viabilidade de consumo do produto, seja apenas reduzindo o ataque de patógenos ou conservando por mais tempo as características físicas e químicas desejáveis.

Diversas técnicas vem sendo utilizadas com esse objetivo, dentre elas o uso de óleos essenciais (BRAGA, 2012), o controle biológico (BENATO ET AL, 1999), o uso ozônio (FERREIRA, 2017), da água eletrolisada (RAHMAN; KHAN; OH, 2016) dentre outros.

1.2 Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo avaliar e comparar a eficiência do uso do Ozônio, do Controle Biológico e da Água Alcalina Eletrolisada, no morango orgânico em relação ao controle de micro-organismos assim como seus efeitos sobre os componentes físicos e químicos dos frutos durante nove dias de refrigeração.

1.3 Relevância Teórica e Prática

A perda de alimentos desde sua produção até o momento do consumo é um dos principais fatores que contribuem para os problemas relativos à segurança alimentar onde menos de dois terços do que é produzido não chega à mesa do consumidor (BORGES, 1991). O morango é uma fruta que devido ao alto teor de umidade e a sensibilidade de seu pericarpo é classificado como uma fruta de alta perecibilidade chegando a atingir perdas de mais de 50%, tendo também uma vida útil muito limitada, onde a viabilidade para consumo dura menos de uma semana. (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

Com este panorama a busca por técnicas que diminuam as perdas, tanto quantitativas quanto qualitativas, evitando a degradação do fruto por microrganismos, e aumentando sua vida útil é de interesse tanto do produtor que obtêm uma maior flexibilidade para realizar seus procedimentos de colheita e venda quanto para o consumidor que terá também maior flexibilidade para o consumo.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Morango (*Fragaria x ananassa* Duch.)

2.1.1 Botânica do Morango

De acordo com o Sistema de classificação de Cronquist (apud SANTOS e MEDEIROS, 2003), a taxonomia do morangueiro é descrita da seguinte forma: Divisão *Magnoliophyta* (Angiospermae); Classe *Magnoliopsida* (Dicotyledoneae); Subclasse *Rosidae*; Ordem *Rosales*; Família *Rosaceae*; Gênero *Fragaria* L.

O morango como conhecemos hoje é resultado da hibridação natural, ocorrida nos jardins da França no século XVIII, entre duas espécies proveniente das américas, a *Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*. Um oficial das forças armadas francesas, colecionador de espécies exóticas, ao visitar o Chile encontrou a espécie *Fragaria chiloensis* e observou uma semelhança com os frutos da *Fragaria virginiana* e que seus frutos eram maiores e mais firmes, apesar de terem coloração e aroma menos acentuados. Com o seu retorno para a Europa, ao cultivar as duas espécies próximas uma da outra observou que os frutos eram produzidos em maior quantidade e melhor qualidade. Durante um tempo, os cultivos foram conduzidos de forma intercalada entre as duas espécies. A partir da brotação dos aquênios iniciou-se o cultivo deste híbrido que apresentou frutos de qualidade ainda maior que a dos originais. Este híbrido tem sido a base genética para diversos projetos de melhoramento já havendo outros híbridos com as espécies *F. ovalis*, *F. vesca*, etc. (MALAGODI-BRAGA, 2002, RADMAMN et al, 2006; ANTUNES, CARVALHO e SANTOS, 2011).

O morangueiro é descrito como uma planta herbácea, perene (apesar de ser cultivada como anual), rasteira, de raízes fasciculadas superficiais sendo que 85 a 90% das raízes são encontradas nos primeiros 10 cm de profundidade (Santos e Medeiros, 2003). As raízes surgem diretamente da coroa, parte da planta que se situa acima do solo, na base de cada folha, formada por entrenós bem curtos circundada por estípulas. Cada folha é composta de 3 folíolos, sendo que algumas cultivares podem apresentar até 4 ou 5 folíolos. Devido ao fato de cada folíolo ter em média de 300 a 400 estômatos/mm² o morangueiro se mostra muito sensível à falta d'água, baixa umidade do ar e temperaturas elevadas (SANTOS E MEDEIROS, 2003; CALVETE et al, 2012).

Existe uma dominância predominante no meristema apical do morangueiro. Porém, nas axilas das folhas se encontram as gemas que, a depender das condições ambientais, podem dar origem tanto a estolões quanto a inflorescências. Os estolões, também chamados de estolhos são órgãos de reprodução assexuada, sendo definidos como caules prostrados, com entrenós maiores que os da coroa, que apresentam a capacidade de emitir raízes e dar origem à uma nova planta. Já as inflorescências são do tipo racemoso, sendo geralmente hermafroditas, mas podendo ser também pseudo-hermafroditas ou unissexuais. A partir dos carpelos soltos de uma mesma flor desenvolvem-se os frutos que são aqueles “pontos pretos”, aderidos à superfície do morango, também denominados de aquênios. Desta forma o morango como conhecemos é na verdade um pseudofruto constituído de uma flor com diversos ovários onde a parte carnosa e succulenta é originária do receptáculo floral (SANTOS e MEDEIROS, 2003; HAYASHI, VOLPE e KLUGE, 2008; ANTUNES, 2011; CALVETE et al, 2012).

Ainda que autores como Souza (2006) afirmem que o cultivo do morango é restrito a regiões com altitudes superiores a 500 m, a alta variabilidade genética permite o melhoramento e a adaptação do morango a diversas condições tendo experiências exitosas de cultivo do morango até ao nível do mar (GOMES, 1972).

Calvete et al. (2012) apontam que para entender o comportamento do morangueiro mediante o clima é preciso observar uma correlação existente entre a temperatura e o fotoperíodo. Para as cultivares adaptadas a fotoperíodo com dias curtos, com o aumento desses fatores a planta cessa a floração e cresce apenas vegetativamente, tendo o morangueiro sua floração otimizada com 8°C no período da noite e 15°C durante o dia. Temperaturas acima de 25°C inibem a floração e superiores a 31°C provocam aborto floral. Com o decréscimo dos fatores temperatura e fotoperíodo a planta entra em dormência pela diminuição da sua atividade fisiológica. De acordo com Verdial (2004) para superar esta dormência o morangueiro precisa acumular entre 380 e 700 horas de frio entre 2°C e 7°C.

Existem também cultivares em que o fotoperíodo não é determinante, sendo a temperatura determinante para a produção. Cultivares assim, chamadas de cultivares de dia neutro, apresentam a interrupção da floração com temperaturas abaixo de 10°C ou acima de 28°C (CALVETE et al., 2012).

O cultivo do morango tem sido muito trabalhado em ambientes protegidos visando proteger a cultura de intempéries como fortes chuvas, geada, granizo, excesso de insolação e

umidade, além de diminuir a incidência de pragas e doenças. As desvantagens seriam a maior dificuldade em mecanizar o cultivo e os altos custos de implantação (ZANDONÁ, 2014).

Nos sistemas de produção em ambiente protegido as culturas podem ser plantadas no solo, onde são usados túneis baixos, túneis altos ou estufas para cobrir o plantio e controlar alguns fatores ambientais. O ambiente protegido comporta também os sistemas de plantio sem solo onde os morangos são plantados em substrato.

Ao comparar o cultivo no solo com o cultivo sem solo Calvete et al., (2012) afirmam que, considerando que o sistema radicular está livre de patógenos, existem 4 fatores causadores de stress: o fator hídrico, o nutricional, a temperatura e aeração da rizosfera. Os autores mostram que para os fatores temperatura e estresse hídrico o cultivo no solo é mais vantajoso à planta do que no cultivo sem solo. O stress hídrico se justifica pela capacidade de campo do solo ser maior que a do substrato e a temperatura se justifica pelo fato de o solo possuir uma inércia térmica maior que a do substrato. O substrato normalmente se encontra em pequenos volumes, tendo maior condutividade térmica e os recipientes não são feitos de material isolante. Já o cultivo sem solo se sobressai na facilidade de controlar o stress nutricional e na melhor disponibilidade de oxigênio na rizosfera, dada a maior porosidade dos substratos da maioria dos estratos (CALVETE et al., 2012).

2.1.2 Economia do Morango

A fruticultura no Brasil responde por boa parte das exportações do agronegócio. No panorama mundial o Brasil é o terceiro maior exportador de frutas do mundo, ficando atrás apenas da China e da Índia, exportando na ordem de 38 milhões de toneladas de acordo com dados da FAO de 2014 (VIDAL, 2017). De acordo com Antunes e Reisser Júnior (2007), com a abertura comercial a partir do início do plano real em 1994, a balança comercial permaneceu negativa durante algum tempo, com o mercado interno sendo inundado por frutas oriundas de outros países principalmente o Chile. A partir de 1999 a balança comercial tornou-se positiva e assim se mantém como pode ser observado **Figura 1**.

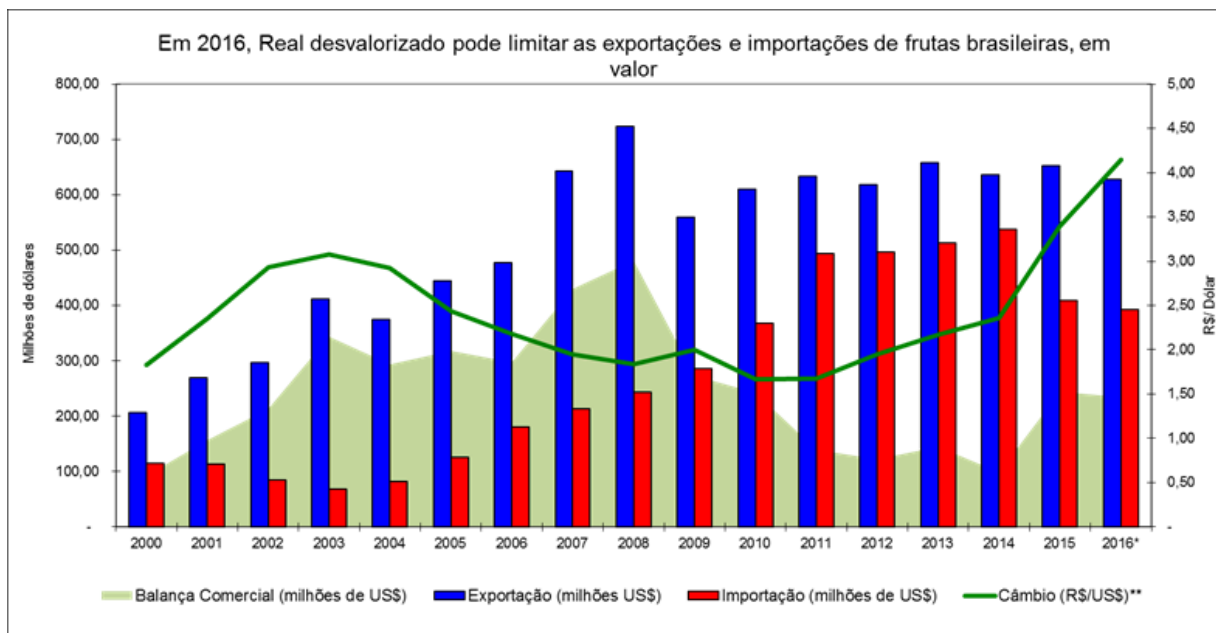


Figura 1 - Balança comercial brasileira de frutas em relação à variação do dólar.

Fonte: hfbrasil.org.br

Apesar deste panorama positivo da fruticultura brasileira, o setor produtivo do morango brasileiro vem seguindo o caminho inverso, sendo que hoje o Brasil figura no mercado internacional de uma forma quase inexpressiva, ocupando o 60º lugar no ranking da FAO dos países produtores de morango, de acordo com Specht e Blume (2009). Os mesmos autores consideram que esta má colocação esteja provavelmente atrelada às crescentes taxas de câmbio, frente ao dólar, que o Brasil vem enfrentando desde o início do plano real. Ao analisarmos dados do sistema Agrostat, é possível perceber uma dramática redução da exportação que caiu de 3.103.897 toneladas de morango fresco no ano 1998 para 37,9 toneladas no ano de 2007 como pode ser observado na **Quadro 1**.

Quadro 1 - Comparação entre a variação do dólar e a exportação de morangos pelo Brasil.

Ano	Valor(US\$) ¹	Peso (kg) ¹	Média Anual do Dólar ²
1997	\$ 3.322.410,00	2.548.166	\$ 1,08
1998	\$ 4.105.396,00	3.103.897	\$ 1,16
1999	\$ 1.484.675,00	1.068.595	\$ 1,86
2000	\$ 628.849,00	341.028	\$ 1,81
2001	\$ 2.548.411,00	1.419.238	\$ 2,37
2002	\$ 1.571.993,00	1.760.363	\$ 2,82
2003	\$ 999.041,00	798.462	\$ 2,95
2004	\$ 1.093.275,00	791.001	\$ 2,91
2005	\$ 294.476,00	125.490	\$ 2,39
2006	\$ 235.623,00	93.408	\$ 2,17
2007	\$ 317.696,00	133.242	\$ 1,95
2008	\$ 334.556,00	86.739	\$ 1,83
2009	\$ 283.590,00	75.527	\$ 2,00
2010	\$ 279.588,00	54.859	\$ 1,76
2011	\$ 389.067,00	59.167	\$ 1,68
2012	\$ 622.233,00	128.108	\$ 1,96
2013	\$ 297.878,00	41.476	\$ 2,16
2014	\$ 218.083,00	28.913	\$ 2,35
2015	\$ 319.258,00	37.244	\$ 3,22
2016	\$ 264.491,00	30.847	\$ 3,49
2017	\$ 218.852,00	36.406	\$ 3,19
2018	\$ 105.254,00	11.634	\$ 3,35

Fonte 1: Agrostat

Fonte 2: <http://fxtop.com/pt/historico-das-taxas-de-cambio.php> (Acesso em : 30 de agosto de 2018)

Apesar do mercado externo não ser tão explorado, o mercado interno possui um enorme potencial de exploração, tendo em vista que o consumo de frutas pelos brasileiros é ainda bem inferior ao recomendado pela OMS. Apenas 24,1% dos brasileiros ingerem as 400g diárias de frutas e hortaliças recomendadas pela OMS, sendo que em termos gerais o consumo médio é de 33 kg de fruta/habitante/ano enquanto o recomendado é o consumo de 100 kg ao ano (SEBRAE, 2015).

Embora seja uma fruta muito popular, o morango é considerado um alimento de consumo elitista e poucas famílias no país possuem acesso a este produto. De acordo com dados da Pesquisa Nacional de Amostra Domiciliar - PNAD, do IBGE (SILVA E COELHO, 2014), em 99,4% dos domicílios brasileiros de classes de renda inferior, 98,1% de classe de renda intermediária e 95% de classe de renda superior, o consumo do morango é simplesmente zero, conforme se observa no **Quadro 2**.

Quadro 2- Brasil - Consumo zero de morango em diversas classes de renda.

Consumo zero de morango	CLASSES DE RENDA PER CAPITA		
	INFERIOR	INTERMEDIÁRIO	SUPERIOR
	99,4%	98,1%	95 %

Fonte: PNAD/POF 2009 citado por Silva e Coelho, 2014

Outro aspecto importante, além das classes consumidoras, é o das regiões consumidoras do morango. De acordo com a Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF realizada pelo IBGE (2010) nos anos de 2008 e 2009, as regiões Sul e Sudeste se apresentam como as regiões de maior consumo em kg/per capita no país, tendo como destaque os estados do RS, MG e SP. O Distrito Federal também figura com um importante polo consumidor da fruta (**Figura 2**).



Figura 2 – Em destaque, os estados brasileiros que mais consomem morango, em Kg/per capita.

Fonte: POF - IBGE (2010)

Este estudo das regiões consumidoras é de essencial importância, principalmente quando comparado aos polos produtores, podendo elucidar as relações de oferta e demanda entre as regiões. A exemplo das possibilidades de inferências passíveis de serem extraídas deste tipo de estudo, Specht e Blume (2009) a partir de dados do IBGE do ano de 2003 observaram que Minas Gerais, apesar de ser o maior estado produtor, tem um consumo intermediário e Santa Catarina, estando em uma posição pouco expressiva no ranking de produtores, teve na época o maior consumo per capita, indicando um mercado a ser explorado.

2.2 Agricultura Orgânica

A Revolução Verde, modelo de produção pautado no uso de máquinas agrícolas, agrotóxicos, adubos químicos e plantas melhoradas geneticamente, foi anunciado como sendo a solução para o problema da fome mundial. Mas com o passar dos anos percebeu-se que além de não o ter solucionado, ainda gerou inúmeros outros problemas (ALMEIDA, 2013).

Apesar de ter-se observado um aumento na eficiência produtiva por quem adotou tal modelo, a queda dos preços pelo aumento da produtividade e as dificuldades para adoção do pacote tecnológico (estima-se que apenas 10% dos agricultores puderam aderir ao pacote) forçou o abandono da atividade agrícola por grande parte dos agricultores, provocando o chamado êxodo rural, objeto de estudo nas ciências sociais sendo considerado causa de muitos dos problemas observados nos grandes centros urbanos (MAZOYER; ROUDART, 2010).

Outros problemas observados foram o declínio da produtividade dado o esgotamento da fertilidade do solo, perda de biodiversidade, contaminação de recursos hídricos, animais e agricultores pelo uso de agrotóxicos (EHLERS, 1994 APUD ARAUJO, 2011). Além das implicações in-situ o ônus deste modelo se expande aos locais de consumo dos produtos derivados dele. O uso da adubação química (ARID, 2011), o resquício de agrotóxicos (AZEVEDO, 2012) e a baixa qualidade nutricional destes alimentos (SOUZA, 2006) provocam inúmeros danos à saúde de quem os consomem.

A partir deste cenário diversos órgãos de prestígio internacional como a FAO, IAASTD, e o UNCTAD tem apontado a agricultura orgânica como substituta do modelo produtivo vigente ao afirmarem que “a forma como o mundo produz o seu alimento terá de mudar radicalmente” (PANITCHPAKDI, 2010).

A agricultura orgânica, base nutricional dos povos longevos (PRINCE, 2000 APUD AZEVEDO, 2012) os quais têm um índice de população centenária 10 vezes maior que a média da população mundial (KÜCHLER, 2008), possui diversas linhagens como a biodinâmica, agricultura natural, permacultura, agroecologia (KHATOUNIAN, 2001), e mais recentemente também a agricultura sintrópica, dentre outras. Cada uma delas atendendo algumas das peculiaridades da região onde foi desenvolvida, mas todas tendo como essência a observação e aproveitamento dos processos naturais, a diminuição de insumos externos à propriedade e a rejeição do pacote tecnológico agroquímico.

De uma forma geral as bases para se atingir uma boa produtividade na agricultura orgânica são compostas por uma nutrição equilibrada, cuidado com o solo, diversificação da produção e uso de defensivos agrícolas alternativos.

Na década de 70, ao publicar o livro *Plantas Doentes pelo Uso de Agrotóxicos*, Francis Chaboussou (2006) fundou as bases do que veio a se tornar uma das linhas mestras da agricultura orgânica: a teoria da trofobiose. Chaboussou relata que a grande maioria dos microrganismos e insetos tem um sistema digestivo muito restrito, com enzimas destinadas a digerir proteínas e carboidratos muito específicos. Tendo a planta o aporte nutricional necessário para cumprir todas as etapas da formação de açúcares e proteínas complexas, a vulnerabilidade da planta estaria reduzida a seres muito específicos. Já na falta deste aporte nutricional, a planta deixaria de cumprir algumas destas etapas ficando em seu meio celular uma grande quantidade de aminoácidos e açúcares simples, substâncias que são facilmente assimiladas pela maioria dos seres vivos, deixando assim a planta mais vulnerável ao ataque de pragas e doenças. Outra aplicação da teoria da trofobiose se faz na síntese dos metabólitos secundários que são substâncias que muitas vezes atuam na defesa da planta, seja agindo como repelente ou como antibiótico. Suas rotas metabólicas são quase sempre complexas, sendo que a falta ou excesso de algum nutriente pode desestabilizar algum ponto desta rota, impedindo que a planta produza a substância que atuaria na sua defesa.

Zambolim e Ventura (2012), argumentam que a resistência ou tolerâncias das plantas às doenças é derivada principalmente da genética, mas a expressão desta resistência é fundamentalmente afetada pela qualidade de sua nutrição.

No que concerne à diversificação da produção seus benefícios visam manter o equilíbrio das relações ecológicas no agroecossistema, melhorar ciclagem de nutrientes e fluxo de energia

e atuar na conservação de água e solo. Através de tecnologias e um manejo com baixo uso de insumos externos, as técnicas agroecológicas buscam proporcionar ambientes equilibrados, com rendimentos sustentáveis, uma fertilidade oriunda de processos biológicos e a regulação natural de pragas e doenças (GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012).

Reinjtjes et al (1992, APUD ALTIERI, 2012) apontam que este tipo de manejo biodiverso se baseia na aplicação dos seguintes princípios ecológicos:

- *Aumentar a ciclagem de biomassa e otimizar a disponibilidade e fluxo equilibrado de nutrientes.*
- *Assegurar solo com condições favoráveis para o crescimento das plantas, particularmente por meio do manejo da matéria orgânica e do incremento de sua atividade biológica.*
- *Minimizar as perdas decorrentes dos fluxos de radiação solar, ar e água por meio do manejo do microclima, das captação de água e da cobertura do solo.*
- *Promover a diversificação inter e intraespécies no agroecossistema, no tempo e no espaço.*
- *Aumentar as interações biológicas e os sinergismos entre os componentes da biodiversidade promovendo processos e serviços ecológicos chaves.*

As práticas agroecológicas também buscam os efeitos de supressividade do solo. Solos supressivos são solos que apesar da presença de alguns patógenos, as plantas cultivadas neste solo na apresentam as doenças derivadas daquele patossistema. Isto se deve à diversidade da microbiota onde se fazem presentes alguns organismos antagonistas que competem pelos sítios de infecção do filoplano da planta por onde os patógenos poderiam atuar, além de alguns deles combaterem diretamente os patógenos de interesse econômico. Há também outras causas para a existência dos solos supressivos como a estrutura física e a composição química do solo em questão. Considerando a diversidade microbiológica como a principal fonte da supressividade dos solos é possível em alguns casos a transformação de um solo não-supressivo em um solo supressivo adicionando apenas esse naquele. (ARANA, 2014)

Todas estas técnicas que buscam o equilíbrio do agroecossistema necessitam de um prazo para que os efeitos se estabeleçam e, mesmo que estabelecidos, este equilíbrio está sujeito a alterações devido às variações climáticas e ecológicas. Desta forma o produtor muitas vezes deve lançar mão de alguns insumos alternativos devido à sua necessidade de produzir e sustentar sua família, sustentar sua propriedade. De acordo com Fernandes (2013) defensivos

alternativos “são produtos preparados a partir de substâncias não prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente, destinados a auxiliar no controle de pragas e doenças da agricultura”. A autora evidencia que estes produtos têm como características principais combater pragas e doenças em geral, sem intoxicar o homem nem a natureza e sem proporcionar o aparecimento de formas resistentes de insetos ou patógenos, a partir de matéria prima de fácil disponibilidade e custo reduzido. Como exemplo temos como produtos alternativos, a calda bordalesa, a calda viçosa, a calda sulfocálcica, feromônios, extratos de plantas como calda de alho com pimenta, calda de neen, etc.

2.2.1 Fruticultura Orgânica

De acordo com Willer e Lernoud (2017) a fruticultura orgânica tem crescido em termos de área plantada ao redor do mundo. A citricultura especificamente passou de uma área de 28.549 ha no ano de 2004 para uma área de 70.798 ha em 2015. Já as frutas de clima temperado obtiveram neste mesmo período um crescimento de praticamente 300%, passando de 97.246 ha para 288.502, enquanto as frutas de clima tropical obtiveram um crescimento de 925% saltando de 40.500 ha para 374.769 ha.

No Brasil, poucos estudos elucidam a situação da fruticultura nacional, inclusive no próprio estudo de Willer e Lernoud (2017) o Brasil não figura dentre nenhuma das categorias de fruticultura, apresentando apenas dados do ano de 2014 relativos à área total de cultivo orgânico no país, com 720.000 ha até então, incluindo cultivo de frutas, hortaliças grãos e criação animal. Eles explicam que, infelizmente, alguns países com extensas áreas de cultivo orgânico, como a Índia por exemplo, apresentam pouca ou nenhuma informação sobre o uso da terra.

Dados do Instituto Organis (2017) apontam que 25% dos produtos orgânicos consumidos no Brasil são frutas. Esta proporção varia de acordo com a localidade do território nacional. Na região sudeste, por exemplo, a proporção de frutas consumidas é de apenas 2% da fatia dos produtos orgânicos consumidos enquanto em outras regiões como a Centro-Oeste a proporção já é de 22%, 31% para a região Sul chegando a 59% na região nordeste.

Ainda se fazem necessários estudos que destrinchem os fatores que motivam o comportamento destes mercados, mostrando a relação entre demanda e oferta destes setores.

No Centro-Oeste observa-se de forma empírica que nos dois maiores polos de orgânicos da região, Brasília e Goiânia, há uma defasagem entre a oferta de produtos orgânicos e a sua demanda pelos consumidores. No ano de 2016 o então presidente da Associação para Desenvolvimento da Agricultura Orgânica do Estado de Goiás - ADAO-GO, relatou que a oferta de frutas nas feiras de produtos orgânicos era pequena, em especial o morango chegando a dizer que “o que se produzir de morango e levar pra feira é vendido”. De forma parecida no ano de 2017 em uma conversa com um dos responsáveis pela área comercial do Mercado Orgânico (<http://mercadorganicodf.com.br/>) percebeu-se também uma baixa oferta de frutas orgânicas no Distrito Federal aliado a uma alta procura pelos consumidores das feiras e canais de comercialização nos quais o Mercado Orgânico atua.

A fruticultura orgânica tem sido praticada essencialmente por produtores que atuam no modelo de agricultura familiar. Mas, recentemente, alguns “cases” de sucesso têm sido observados ao trazer a prática da fruticultura para o modelo de larga escala. É o caso da fazenda da TOCA em São Paulo onde no ano de 2016 já havia plantado 50 ha de Sistemas Agroflorestais certificados no Sistema Orgânico, tendo como carro chefe as culturas de Citros e Banana (GIOVANA, 2016).

Na Bahia, a Embrapa vem realizando diversos estudos visando elaborar protocolos de produção que possam dar subsídios para a adoção da fruticultura de larga escala pelos produtores. Em uma área de 80 hectares estão sendo conduzidos pomares orgânicos de Abacaxi, Acerola, Manga, Maracujá, Umbu, dentre outras. Dentre estas tem se destacado o cultivo de Abacaxi e Maracujá, chegando a apresentar produtividades maiores que as da agricultura convencional (VALE, 2015).

2.2.2 Morango Orgânico

Quando o consumidor vem em busca morangos orgânicos sua busca é definida por morangos *in natura* com qualidade, cujo as características sensoriais se traduzem pela ausência de defeitos, intensidade da cor vermelha, frescor e sabor que compreendem o balanço entre os níveis de açúcares e ácidos orgânicos. (COSTA, 2009)

As questões sensoriais relativas a sabor são definidas por Kader (1991) como um balanço entre os teores de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez total titulável (ATT). Para o

autor uma alta quantidade de SST e uma alta quantidade relativa de ATT são pré-requisitos para um bom sabor do morango. Alta quantidade de ATT e baixa quantidade de SST produz um sabor azedo no morango, enquanto que alta quantidade de SST e baixa de ATT produz um sabor brando. Quando tanto o SST quanto o ATT são baixos o resultado é um morango sem sabor. Compostos voláteis são essenciais não só para o aroma quanto para o sabor como um todo. O mesmo autor já em outra publicação (KADER, 1999), estabelece como sendo o valor mínimo ideal para SST o valor de 7,0 °Brix e enquanto o máximo ideal para ATT é o valor de 0,80 % de ácido cítrico.

Andrade et al (2017) observaram que morangos cultivados no sistema orgânico apresentam maiores teores de sólidos solúveis e maior firmeza de polpa. Estes parâmetros resultam de forma prática em uma maior resistência ao manuseio e uma maior vida útil, sendo a firmeza de polpa um parâmetro altamente desejável quando se considera a sensibilidade da epiderme do morango.

Relatos levantados por Andrade (2013) junto a varejistas da cidade de Piracicaba, interior do estado de São Paulo, apontam que os morangos orgânicos apresentam maior viabilidade de pós-colheita do que morangos oriundos do sistema convencional. Aponta ainda, que, em testes preliminares não publicados realizados na Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz (ESALQ), os morangos orgânicos obtiveram menor perda de massa fresca. Este resultado foi descrito de forma similar por Cayuela et al (1997) para morangos da cultivar Chandler, sendo observado pelos autores que morangos cultivados de forma ecológica apresentam maior capacidade de conservação e maior resistência à deterioração.

Stertz (2004) ao comparar diferenças entre o cultivo orgânico e o cultivo convencional das cultivares Tundlas e Camarosa encontrou diferença significativa a favor do cultivo orgânico para os minerais Potássio, Magnésio, Sódio, Fósforo, Cobalto, Cobre, Ferro, Zinco, Alumínio, Chumbo. Observou também uma tendência positiva, apesar de não significativa estatisticamente, para os seguintes parâmetros: Matéria Seca, Cinzas, Fibras, Proteínas, Carboidratos, pH, Frutose, Maltose, Sacarose, Cálcio, Mercúrio.

De forma contrária Musa (2015) observou que para as cultivares San Andreas e Festival os morangos cultivados no sistema convencional apresentaram maiores teores de vitamina C que os cultivados no sistema orgânico. O autor atribui isto ao uso demasiado do esterco na adubação, ao fazer um paralelo com outros autores que afirmam que o excesso de nitrogênio na

nutrição tem um efeito inversamente proporcional na síntese do ácido ascórbico.

Todos estes resultados são contrapostos quando se faz uma meta-análise de pesquisas de comparação entre manejo orgânico e convencional. Stertz (2004) ao analisar dados disponibilizados pela Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments - AFSSA percebeu que existem mais estudos que demonstram uma superioridade nutricional dos orgânicos em relação aos convencionais do que estudos que demonstram superioridade nutricional dos convencionais em relação aos orgânicos, mas o que se faz mais evidente é a quantidade de estudos que mostram a equivalência nutricional das duas formas de cultivo (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Número de estudos que comparam nutrientes na produção vegetal orgânica em relação à convencional.

Determinações/nutrientes	> em Orgânico	=	< em Orgânico
Matéria seca	18	28	5
Açúcares, glicídios	4	5	3
Minerais	44	156	24
Cálcio, Ca	6	32	5
Potássio, K	10	30	9
Magnésio, Mg	15	27	1
Cobre, Cu	5	16	2
Ferro, Fe	6	16	0
Manganês, Mn	0	13	4
Selênio, Se	0	2	1
Zinco, Zn	2	19	1
Nitrato	0	3	9
Vitamina C	8	15	1
Polifenóis, flavonóides, ácidos fenólicos e outros antioxidantes	11	9	1

FONTE : Stertz, 2004

Tendo em vista que existem inúmeros fatores que influenciam no metabolismo das plantas, além da predisposição genética e os sistemas de manejo das culturas, como por exemplo o estágio de maturação, a luminosidade, a posição de inserção do fruto na planta, tamanho do fruto, ataque de pragas e doenças, etc, são necessários ainda inúmeros estudos assim como a definição de metodologias que possam dirimir esta alta variância de resultados nas comparações entre modelos de manejo de cultivos. (ANDRADE, 2013; BORGUINI, 2006).

2.3 Segurança do Alimento

O conceito de Segurança do Alimento pode ser confundido com o conceito de Segurança Alimentar. A Segurança Alimentar, engloba as questões do acesso aos alimentos pela população, das garantias nutricionais, da soberania alimentar, das recomendações de ingestão mínima diária como já abordado no item 2.1.2, da democratização do acesso aos alimentos como exposto na Tabela 02. Este conceito dialoga com o conceito americano de

“Food Security”. Já o conceito de Segurança do Alimento, ou Alimento Seguro, dialoga com o conceito americano de “Food Safety” e engloba a necessidade de que os alimentos sejam fornecidos de forma inócua, sem a presença de patógenos ou toxinas que possam prejudicar a saúde humana. A segurança do alimento trata dos aspectos da qualidade higiênico sanitária para que o produto se torne apto ao consumo (VENDRAMINI et al, 2014)

O inciso IV do artigo 4º da Lei Orgânica de Segurança Alimentar elucida que a segurança do alimento, caracterizada pela “garantia da qualidade biológica, sanitária, nutricional e tecnológica dos alimentos”, faz parte da segurança alimentar tanto quanto o acesso ao alimento (BRASIL, 2006). De alguma forma estas 4 instâncias da segurança do alimento dialogam, se interpõem e são dependentes entre si ficando difícil determinar o que seria a delimitação de uma ou de outra. Mas a fim de tornar mais didático o entendimento destas 4 instâncias elas podem ser elencadas como qualidade tecnológica, nutricional, sanitária e biológica.

A qualidade tecnológica seria a adoção das melhores práticas agronômicas e de tecnologia de alimento em toda ação que se dedique à cadeia produtiva do morango, visando a obtenção e a entrega de um produto saudável. Isto engloba desde a obtenção da variedade genética de interesse, passando pela produção de mudas, cultivo, colheita, pós-colheita, transporte e processamento até a chegada do produto ao consumidor.

A qualidade nutricional é composta pela digestibilidade do produto, a composição química, a biodisponibilidade de aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais, ausência de toxicidade e de fatores antinutricionais (PIRES, 2006). Esta qualidade nutricional está intrinsecamente ligada à qualidade tecnológica no que tange a variedade genética escolhida para o cultivo e as técnicas de cultivo, como a escolha de uma terra adequada, uso de uma adubação equilibrada que garanta a presença dos minerais necessários à síntese dos metabólitos de interesse (CHABOUSSOU, 2012), irrigação livre de contaminantes, etc.

Quanto à qualidade sanitária, dentre tantos fatores, Darolt (2003) ressalta a contaminação microbiana e parasitária, dando especial importância também à contaminação por adubos químicos e por agrotóxicos. Esta terceira instância da qualidade é obviamente correlata à instância da tecnologia, mas também correlata à instância da nutrição. Correlatas à tecnologia através das técnicas de adubação e controle fitossanitário que, se mal-empregadas, estão sujeitas a contaminar o alimento, assim como através das técnicas de colheita e pós-

colheita que também estão sujeitas a contaminar o alimento tanto quimicamente como biologicamente. Já sua correlação com a instância nutricional, está ligada à propensão ao ataque por pragas e doenças que as plantas malnutridas estão sujeitas pelo desbalanceamento da dinâmica de proteossíntese e proteólise explicada pela teoria da Trofobiose (CHABOUSSOU, 2012).

Finalmente, e por ser mais abrangente, a qualidade biológica do alimento engloba tanto a qualidade sanitária, sendo então entendida como a inocuidade microbiana (BARANCELLI, MARTIN E PORTO, 2012), quanto engloba a qualidade nutricional, sendo entendida como um alimento proveniente de uma planta saudável, o que traduz esta qualidade biológica na disponibilidade de nutrientes que trarão saúde ao consumidor (PIGATTO ET AL, 2014; PENTEADO, 2001), além de também ser considerada a união de todas estas instâncias através do conceito de Agricultura Biológica, como sendo uma vertente da agroecologia (PENTEADO, 2001).

2.4 Pós-colheita

As perdas na pós-colheita fazem parte de uma das maiores preocupações relativas à produção agrícola e à segurança alimentar fazendo com que menos de 70% do alimento produzido chegue na mesa do consumidor (BORGES, 1991).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as perdas na pós-colheita podem ser classificadas como quantitativa ou qualitativa. A perda quantitativa se refere à perda no peso do alimento tanto por perda de água quanto por perda de massa seca, incluindo perdas por manuseio inadequado e as perdas acidentais. A perda qualitativa dialoga com os padrões de qualidade requeridos localmente, tais como aroma, sabor, deterioração na textura e aparência sendo estas perdas derivadas da deterioração pela contaminação de microrganismos e pelas mudanças composição nutricional devido à atividade metabólica.

Sendo o morango reconhecido como uma fruta sensível ao ataque de pragas e doenças, e com perecibilidade muito elevada, a prevenção das perdas quantitativas e qualitativas devem iniciar ainda na fase de pré-colheita. Um manejo adequado onde se observe a interação do genótipo com o ambiente, uma adubação mineral que favoreça o equilíbrio nutricional e que estimula as defesas da planta assim como a promoção de uma biodiversidade que influi no

equilíbrio da presença de microrganismo e insetos evitando que se tornem doenças e pragas, são tecnologias que fazem com que o morango tenha um valor biológico como a maioria dos outros cultivos não sendo necessário o uso indiscriminado de pesticidas (PENTEADO, 2001).

Mas por mais que se pratiquem o que há de melhor em tecnologia agrícola ainda assim existe o risco da contaminação física e bioquímica. Assim, é fundamental a atenção principalmente com os patógenos causadores de doenças como a Antracnose, causada por *Colletotrichum*, o Mofo Cinzento causado por *Botrytis*, Podridão Branca de Sclerotinia, sendo estes patógenos que se apresentam no cultivo e acompanham o fruto até a pós-colheita. Outros patógenos são inoculados no fruto do morango quando há algum ferimento na pós-colheita como as podridões causadas por *Alternaria*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, etc (BRAGA, 2012). De todas estas as doenças mais comuns, que causam mais perdas na pós-colheita do morango, são o Mofo Cinzento e a Podridão Mole (FLORES-CANTILLANO, 2003).

A Podridão Mole, provocada pelo fungo *Rhizopus stolonifer*, é uma lesão que quando ocorre no fruto inicia-se como uma mancha clorótica, evoluindo para uma mancha marrom clara que em sequência se rompe e inicia um processo de secreção aquosa, que pode servir como veículo transmissor da doença para outros frutos sadios que estejam na mesma embalagem. Ao contrário do Mofo Cinzento a podridão mole apresenta um bom controle em temperaturas abaixo de 6°C. (FLORES-CANTILLANO, 2003; SCARIOT, 2013).

Em termos de segurança do alimento o gênero *Rhizopus* é responsável pela Mucormicose pulmonar, doença que ataca principalmente imunodepressivos nos quais entre 65 e 76% dos casos de infecção levam à óbito. A contaminação é derivada da inalação dos esporos do fungo que atinge preferencialmente os lobos pulmonares superiores causando sepse, insuficiência respiratória e hemoptise (OLIVEIRA, MENDES E CAMBUIM, 2017).

O Mofo Cinzento é uma doença que apesar de atacar a planta em qualquer estágio de desenvolvimento é mais comum nos frutos maduros e na pós-colheita. Causada pelo agente etiológico *Botrytis cineraea*, o mofo cinzento é favorecido por altos índices de umidade e por injúrias no momento da colheita do morango, podendo sobreviver saprofiticamente na lavoura quando na ausência de hospedeiros. O sintoma que caracteriza a doença é o desenvolvimento de uma massa micelial cinzenta na epiderme do fruto danificado. Uma das características desta doença que dificulta a pós-colheita do morango é que o fruto se deteriora mesmo com o

processo de resfriamento. Esta doença pode reduzir em até 70% produção do morango. (FLORES-CANTILLANO, 2003; SCARIOT, 2013; MATARAM ET AL, 2017).

O *Botrytis* em termos de saúde humana já apresenta perigo a uma reduzida parcela de trabalhadores que tomam contato diariamente com frutos contaminados durante um prolongado período de tempo, como é o caso dos vitivinicultores, tendo como consequência uma espécie de pneumonite por hipersensibilidade, conhecida como Pneumonia de Vitiviniculor (COLLARD, 20-?). De outra forma o *Botrytis* não aparenta apresentar risco à saúde humana, haja visto que alguns dos vinhos mais sofisticados do mundo são oriundos de uvas contaminadas com o patógeno. A infecção da uva com o *Botrytis* pode acarretar dois tipos de efeitos a depender das condições de edafoclimáticas. Em locais onde a umidade é constante, o *Botrytis* se alastra rapidamente sendo conhecido como “mofo cinzento”. Já em locais onde as primeiras horas da manhã são frias e úmidas seguidas de um dia seco e quente o *Botrytis* atua como um desidratador da uva, concentrando os seus açúcares e características sensoriais, ganhando o nome de “podridão nobre” (COLA, 2012).

Nos cuidados de pré-colheita, o uso de defensivos agrícolas por mais que assegure uma certa inocuidade biológica no produto tem a contrapartida da insegurança de seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana, não sendo permitidos na agricultura orgânica. Tendo em vista que não é de uma hora para outra que se atinge o equilíbrio nutricional proposto por Chaboussou (2012) nem o equilíbrio ambiental (PENTEADO, 2001) a agricultura orgânica se vale de alguns produtos que podem ser usados na busca dessa segurança alimentar.

Alves (2009) demonstrou que o uso de produtos biológicos como o óleo de neem, óleo de citronela, ou o comercial Ecolife quando utilizados na pré-colheita, aliados à refrigeração dos frutos podem ter eficiência de até 100% na supressão de doenças de pós-colheita no morango.

Já no tratamento de frutos no pós-colheita Braga (2012) demonstrou que o uso óleos essenciais provenientes de plantas medicinais como o Capim-Limão, Canela, Manjerição, Palmarosa, dentre outras, tem efeito significativo na inibição da germinação de esporos in-vitro do *Botrytis*, a principal doença dos pós colheita do morango. Concentrações 0,20% e 1% se mostraram eficientes para a maioria dos óleos utilizados sendo que o óleo de Capim-Limão se destacou por apresentar eficiência de 62% com uma concentração de apenas 0,04%, sendo o

único a apresentar eficiência nesta concentração, demonstrando assim um potencial para o uso no fruto in-vivo.

De forma semelhante, mas já fazendo a utilização “in-vivo”, Scariot (2013) provou que a utilização do óleo de menta (*Mentha arvensis*) pode controlar 100% dos fungos *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer* bastando apenas conter 10 µL em uma embalagem de 350 ml para apresentar este efeito.

Outra alternativa para se evitar problemas no pós-colheita do morango é o uso de biofilmes que são películas aplicadas através do mergulho da fruta em solução composta por polímeros naturais que, ao secarem, formam revestimentos comestíveis que influenciam nas taxas respiratórias do fruto e dificultam a inoculação destes por patógenos. Borges (2013) utilizou biofilme à base de goma xantana com extrato de sálvia e demonstrou que aos 12 dias de experimento os morangos tratados com goma xantana a 0,5% e sálvia a 0,2% apresentaram deterioração de apenas 13,3% contra 24% do tratamento controle, 34% do tratamento apenas com óleo essencial de sálvia e 20% do tratamento com goma xantana apenas.

2.4.1 Controle Biológico na Pós-Colheita

O conhecimento sobre microrganismos como agentes de controle de doenças e pragas em plantas cultivadas é praticamente imemorial. Na China e no Egito a mais de 5000 anos já se observavam doenças que atacavam suas criações de abelhas e de bicho-da-seda. Entre os séculos XVIII e XIX cientistas como Louis Pasteur e Agostino Rassi já elaboravam teorias sobre doenças de insetos. No início do século XX a descoberta do *Bacillus thuringiensis* marcou o início de um período de grandes avanços na ciência do controle biológico chegando ao ponto de ser utilizado inclusive na engenharia genética (LOPES, 2009).

O primeiro estudo brasileiro na área de controle biológico foi feito por Reinaldo Foster evidenciando a eficiência do *Trichoderma sp.* na inativação do vírus do mosaico no fumo. Após 36 anos sem mais nenhuma publicação, o setor de controle biológico começou a se estruturar com a primeira Reunião Brasileira sobre Controle Biológico de Doenças em Plantas, em 1986, sendo que no ano seguinte foi lançado o primeiro produto comercial à base de *Trichoderma viride* para controle de *Phytophthora cactorum*. Em 2009 o mercado já apresentava mais de 20

marcas comerciais de produtos contendo agentes de controle biológico (MORANDI E BETTIOL, 2009).

Na pós-colheita diversos trabalhos vêm sendo realizados para testar a eficiência do *Bacillus subtilis*. Fortes e Bettiol (1997) observaram a eficiência deste agente de controle biológico no combate à podridão parda do pessegueiro, doença cujo o agente causal é a *Monilinia fructicola*. No experimento, as 3 dosagens utilizadas contendo *Bacillus subtilis* promoveram efeitos superiores ao tratamento controle.

Benato et al (1999) em um experimento com 8 tratamentos, dos quais diversos eram fungicidas comerciais, observou que o *Bacillus subtilis* foi o terceiro mais eficiente no controle das podridões da uva Itália, causadas principalmente por *Botrytis sp.*, e *Collethotrichum gloesporioides*.

O efeito do *Bacillus subtilis* sobre o *Botrytis cinerea* foi observado por Helbig e Bochow (2001) demonstrando eficiência no controle do crescimento micelial, assim como a influência da temperatura ambiente sobre este efeito onde ambientes com menos de 15 °C não apresentaram eficiência tendo o ótimo de sua eficiência entre 20 e 25 °C.

De acordo com Bettiol (1990), como citado em Tavares (1996), o uso do isolado AP-85 de *Bacillus subtilis* no morango 24 horas antes da infecção com *Botrytis sp.* apresentou efeito similar ao do controle químico através do uso de Iprodione.

No Brasil já existem no mercado produtos comerciais a base de *Bacillus subtilis* como o Serenade® da Bayer® que contém a cepa QST 713, o Quartzo® da FMC® que contém, além do *Bacillus subtilis*, o *Bacillus licheniformis*, além de outros provenientes de laboratórios menores como o Agribio, laboratório incubado nas dependências da UFRRJ.

No Japão existe um produto chamado Samuray Kim que é composto por uma série de cepas de *Bacillus*, além de um microrganismo chamado *Thermoaerobacter nagasakiensis* (**Tabela 2**). Este produto está sendo introduzido no Brasil, mas não possui ainda nenhuma literatura a seu respeito em língua portuguesa. Atualmente, as pesquisas com este produto vem sendo conduzidas pelo professor Osvaldo Kiyoshi Yamanishi, doutor em produção vegetal pela Universidade de Ehime no Japão, professor titular da cadeira de fruticultura na Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade de Brasília.

Tabela 2 – Composição da microbiota do produto Samurai Kim

表1 菌の黒汁(1000倍濃縮)から得られた構成比率1%以上の6種

構成比 (%)	相同性 (%)	RDP Classifierによる系統分類							
		#OTU ID	ドメイン	門	綱	目	科	属	種
38.1	99.0	denovo686	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	
35.0	98.3	denovo685	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	
7.8	99.5	denovo860	Bacteria	Firmicutes	Clostridia	Unclassified Clostridiales	<i>Thermaerobacter</i>	<i>Thermaerobacter</i>	<i>Thermaerobacter nagasakiensis</i>
4.3	99.3	denovo861	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae		
4.2	97.8	denovo506	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	
1.9	98.8	denovo748	Bacteria	Firmicutes	Bacilli	Bacillales	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	

2.4.2 Ozônio na Pós-Colheita

O ozônio é um gás que foi descoberto por Schonbein no ano de 1840 ao observar um odor característico quando o oxigênio era submetido à uma descarga elétrica. A partir do ano de 1857 quando Werner von Siemens desenvolveu o primeiro aparelho gerador de ozônio, estudos começaram a verificar ação do gás em bactérias e em seguida em mucosas de animais e humanos. Em 1894 o ozônio já era usado como terapia em humanos no tratamento de tuberculose. Na primeira guerra mundial o ozônio ganhou notoriedade quando começou a ser utilizado por Hans Wolff no tratamento de feridas de soldados já em estado de gangrena, além de fraturas ósseas supuradas e abscessos. No ano de 1979, após uma vida de pesquisas sobre o uso do ozônio Wolff publicou o livro “*Medicina do Ozônio*” (OLIVEIRA, 2007).

Além do uso diretamente na saúde humana o ozônio tem sido utilizado no tratamento de águas na França desde o final do século XIX devido à sua ação germicida. Nos últimos 40 anos tem sido aplicado de forma mais intensa na Europa e nos Estados Unidos principalmente depois da identificação de compostos halogenados que são derivados do uso do cloro. Em 1982 o FDA americano considerou o uso do ozônio como seguro para o tratamento de garrafas de água e na década de noventa como seguro para aplicação em produtos alimentícios (SILVA et al., 2011).

No que concerne à pós-colheita do morango, Ferreira, (2017) observou que o uso do gás ozônio diluído em água foi eficiente no controle de micro-organismos, principalmente no que tange a aeróbios mesófilos, mantendo inalterados os aspectos físicos e químicos do morango.

Alencar et al. (2016) observaram que os morangos tratados com ozônio apresentaram em relação ao controle menor perda de massa, aumento menos intenso da cor vermelha sendo que os níveis de vitamina C se mantiveram estáveis. Coelho et al., (2014) ao experimentarem a

ação do ozônio no combate aos fungos filamentosos observaram uma maior eficiência do ozônio quando comparada à eficiência do cloro no tratamento de morangos processados minimamente.

Helena (2013) estudou a influência do ozônio na remoção de resíduos do agrotóxico difeconazol, encontrando uma eficiência de 95% na remoção da substância. Paralelamente foram monitorados a perda de massa, o pH e a diferença de cor que não apresentaram nenhuma alteração significativa. Também foram monitorados os sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico que tiveram sua queda atenuada com o tratamento com o ozônio.

2.4.3 Água Alcalina Eletrolisada na Pós-colheita

A água eletrolisada tem ganhado notoriedade como uma alternativa viável para a sanitização em seus mais diversos campos de aplicação como agricultura, medicina, indústria alimentícia, manejo pecuária, dentre outros. Tendo seu uso desenvolvido inicialmente na Rússia no início do século passado, desde a década de 80 a água eletrolisada tem sido utilizada amplamente por instituições médicas no Japão, país onde se concentram a maioria das pesquisas. Uma das vantagens apresentadas é o baixíssimo custo haja visto que é necessário apenas um equipamento para a eletrolise e a matéria prima é apenas água e sal. A depender do pH que se obtém a água eletrolisada ela pode ser utilizada em finalidades específicas como limpeza de equipamentos industriais, cosméticos etc, como pode ser observado na **Figura 3** (RAHMAN, KHAN E OH, 2016).

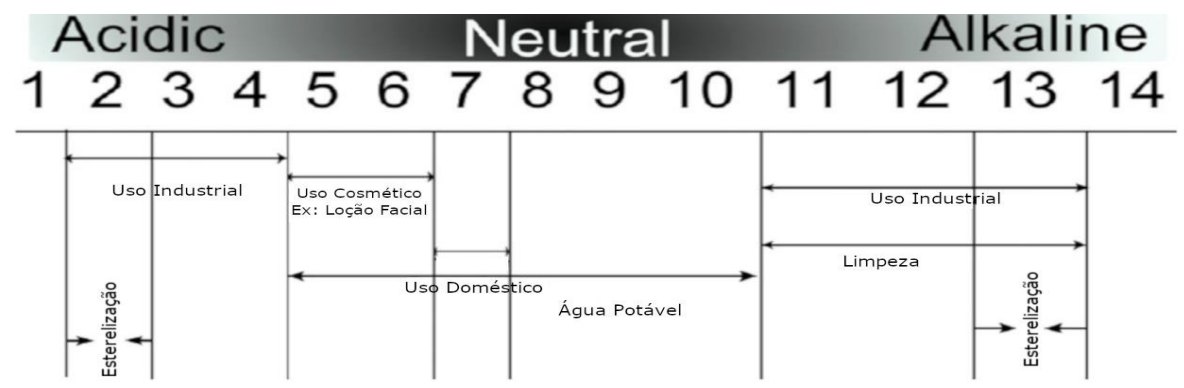


Figura 3 – Faixas de pH da água eletrolisada e seus respectivos usos.

Fonte: Rahman, Khan e Oh, 2016

Lucena (2013) observou que no tratamento da manga Atkins minimamente processada a água eletrolisada foi tão eficiente na redução de bolores quanto o tratamento com base em produtos colorados, que são usualmente empregados nesta função de sanitização.

Rahman, Khan e Oh, (2016), observaram através de um metaestudos que diferentes organismos patogênicos e importância na tecnologia de alimentos tem sensibilidades diferentes em relação a Água Eletrolisada. A exemplo disto estudos mostram que *Escherichia coli* apresenta redução 6,2 ciclos de log UFC/mL a partir de uma pH de 5,2 no tratamento com água eletrolisada ácida. Já a *E. coli* patovar O104:H4 só apresentou controle a partir do pH 3,5 sendo um considerada uma água eletrolisada fortemente ácida. *Vibrio parahaemolyticus* apresentou controle através do uso da água alcalina com pH 11,1 e redução de 3,1 ciclos de log UFC/mL enquanto a bactéria *Aeromonas hydrophila* para o mesmo pH apresentou uma redução e 2,4 ciclos de log.

3. Material e Métodos

A experimentação e as análises laboratoriais necessárias foram realizadas nas dependências da Universidade de Brasília (UnB). Contou-se com o apoio de três laboratórios. A avaliação dos tratamentos dos frutos foi realizada no laboratório de Armazenamento de Produtos Vegetais. Já, o armazenamento e análises físicas e químicas dos mesmos, foram procedidos no laboratório de Análise de Alimentos e, finalmente, a fase de análise de bolores, no laboratório de Análises de Leite e Derivados.

3.1 Origem e tratamento das amostras

Os morangos utilizados no experimento pertenciam à variedade “Portola”, produzidos em estufa sob o manejo orgânico, oriundos da propriedade Vovó Neli, localizada no Setor Lago Oeste em Brasília, certificados pela OPAC - Cerrado. (**Figura 3**).



Figura 4 - Morangos orgânicos da variedade Portola

Os morangos foram colhidos no dia 26 de abril de 2018 no período da tarde em estágio de maturação homogêneo de acordo com a **Figura 4**, tendo sido transportados para o laboratório

de Análises de Leite e Derivados para serem refrigerados até o dia seguinte, momento em que os tratamentos foram aplicados.

3.2 Tratamentos:

Todos os tratamentos foram realizados em uma bandeja plástica onde os morangos ficaram imersos em três litros das respectivas soluções pelo período de cinco minutos sendo eles os seguintes:

- 1 - Água ozonizada
- 2 - Samuray Kim®
- 3 - Serenade®
- 4 - Água alcalina pH 11,04
- 5 - Água potável (Caesb)
- 6 - Controle - sem tratamento

Após isto realizou-se a drenagem dos morangos que em seguida ficaram durante o período de uma hora sob um sistema de ventilação para evitar o armazenamento sob alta umidade. Os morangos foram acondicionados em potes transparentes de poliestireno, cada qual com o volume de 300ml e embalados com filme de pvc. Cada uma das amostras conteve aproximadamente 100g de morango, pesadas em balança digital de precisão e foram identificadas de acordo com o seu tratamento, o tempo de análise e a repetição. As amostras foram transportadas para o laboratório de Análise de Alimentos onde permaneceram acondicionadas em uma câmara climática tipo B.O.D. na temperatura de 5 ± 1 °C sem controle da umidade relativa.

Foram realizadas análises físicas, químicas e microbiológicas logo após a imersão dos frutos nas soluções dos tratamentos, assim como também no tratamento controle. Estas análises se repetiram a cada 3 dias até completar 9 dias de armazenamento.

3.3 Geração do gás ozônio

O gás ozônio foi produzido por um gerador de ozônio (Modelo O&L 5.0 RM) que funciona através da técnica de Descarga por Barreira Dielétrica (DBD) – efeito corona. Através de uma alta tensão entre dois eletrodos paralelos, tendo entre eles um dielétrico (vidro) e um espaço livre por onde flui o ar seco (**Figura 5**), é produzida uma descarga em forma de

filamentos, em que são gerados elétrons com energia suficiente para quebrar as moléculas de oxigênio, formando o gás ozônio (O₃).

No processo de geração do ozônio, foi utilizado como insumo oxigênio (O₂) com grau de pureza de aproximadamente 90%, isento de umidade, obtido de concentrador de oxigênio acoplado ao gerador de ozônio.

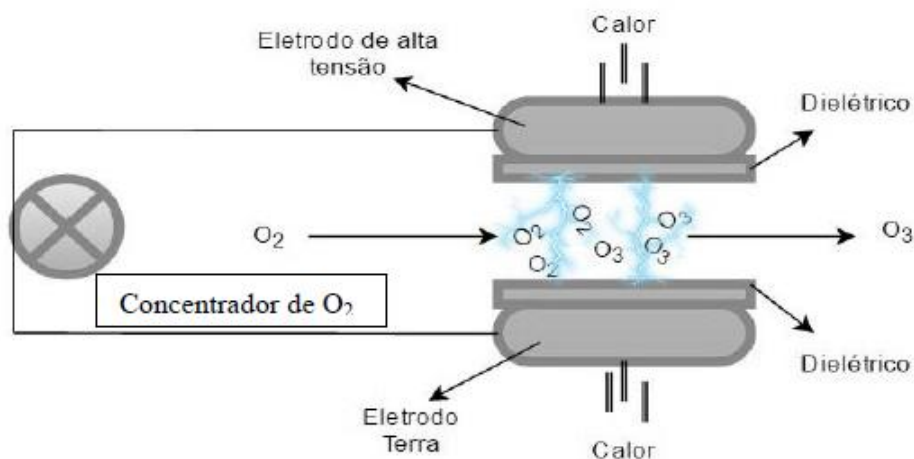


Figura 5 - Representação esquemática do princípio de geração do gás ozônio baseada no método DBD – Descarga por Barreira Dielétrica

Fonte: Ferreira (2017)

3.4 Obtenção da água ozonizada

Para se obter da água ozonizada, efetuou-se o borbulhamento do gás ozônio por 15 min na concentração de 21 mg L⁻¹, vazão de 1,0 L min⁻¹, na temperatura de 25 °C em água potável fornecida pela companhia de abastecimento local.

3.5 Controle biológico

Os tratamentos com base no controle biológico foram provenientes de dois produtos comerciais: o Serenade® da Bayer, tendo como princípio ativo o *Bacillus subtilis* linhagem QST 713 e o Samuray Kim®, um produto de origem japonesa composto por seis espécies de Bacillus, sendo que este produto está em fase de aprovação para uso no mercado brasileiro. Os

dois produtos se apresentam sob a tipo de formulação “Suspensão Concentrada” e cada um deles foi utilizado na proporção de um (1)L de produto para 500L de água.

3.6 Água alcalina

A água alcalina foi obtida através do processo de eletrólise da água por meio de um aparelho ionizador de água alcalina. Inicialmente ela foi obtida com o pH 12, mas no momento do uso se encontrava no valor de 11,04.

3.7 Delineamento Experimental.

O experimento foi conduzido sob um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (6x4), sendo seis tratamentos, em quatro períodos de armazenamento (zero, três, seis e nove dias), com três repetições, totalizando 72 amostras. Os dados foram organizados em tabela Excel® e tratados a partir do software SISVAR®. Os gráficos foram elaborados a partir do aplicativo Sigmaplot®.

3.8 Análise microbiológica

Ao se completar cada um dos tempos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 dias) procedeu-se a análise microbiológica de acordo com a metodologia de Jordano (1995). Para cada um desses tempos realizou-se a coleta de cinco gramas de morango de cada uma das amostras as quais foram maceradas e acondicionadas em 45ml de água peptonada 0,1% (p/v) para a obtenção de diluições seriadas a fim de se realizar as análises microbiológicas. Desta forma a solução composta por água peptonada + morango correspondeu à solução 10^{-1} . A partir desta foram feitas as diluições 10^{-2} e 10^{-3} em solução salina 0,85% (NaCl). Das diluições 10^{-2} e 10^{-3} foram coletados 100 μ L com o auxílio de um pipetador automático e colocados em placas de petri contendo o meio de cultura BDA, respectivamente identificadas com o nome de cada amostra e a concentração de cada uma das diluições. O meio BDA foi preparado a partir de meio de cultura desidratado da Acumedia, tendo sido utilizada a concentração de 39 g/L de acordo com a recomendação do fabricante sendo que destes 39g, tem-se 4g de extrato de batata (equivalente a 200g de infusão de batata), 20g dextrose e 15g ágar. As placas foram armazenadas a temperatura ambiente.

3.8.1 Contagem de Bolores

Após 96 horas de armazenamento para cada um dos tempos, fez-se a contagem do número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC). Os resultados obtidos foram expressos em (UFC g⁻¹) e posteriormente transformados em log UFC g⁻¹.

3.9 Análises Físicas e Químicas

3.9.1 Perda de Massa Fresca

Estimou-se a perda de massa fresca através do cálculo da porcentagem a partir da diferença da massa mensurada no dia zero e a massa mensurada nos outros momentos de avaliação do experimento (3, 6 e 9 dias). A perda de massa foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Perda de Massa (\%)} = (Mi - Mf) / Mi * 100$$

onde:

Mi = Massa inicial

Mf = Massa final

3.9.2 Potencial hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH realizou-se a trituração do morango para obtenção de sua polpa. Utilizou-se 10 gramas da polpa juntamente com 100ml de água destilada, solução esta que foi medida através de um potenciômetro Digimed Mod. DM21.

3.9.3 Acidez Titulável Total (ATT)

A mesma solução utilizada para a obtenção do pH foi titulada com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1M padronizada, até atingir o ponto de viragem equivalente a pH 8,2 com 15 segundos de estabilidade medida no potenciômetro Digimed Mod. DM21. A análise de acidez titulável foi determinada conforme a normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005).

3.9.4 Sólidos Solúveis Totais (SST)

A partir de gotas da polpa do morango mensurou-se os sólidos solúveis totais através de um refratômetro digital Atago, modelo Pocket Pal-1. Os resultados foram expressos em % Brix segundo AOAC (2002).

3.9.5 Relação Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT)

A partir dos valores obtidos nos itens 2.9.4 e 2.9.5 obteve-se a relação SST/ATT – conhecida também como *Ratio*.

4. Resultados e Discussão

4.1 Ocorrência de Bolores e leveduras

A análise do número Unidades Formadoras de Colônias (UFC) para bolores das amostras de morango tratadas demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) dentro dos “tratamentos” enquanto para o “tempo” e a interação “tratamento vs tempo” não houve diferença significativa. Apesar do teste F ter se mostrado significativo, ao realizar o teste de Tukey não se obteve significância estatística na comparação de médias, tendo como Diferença Mínima Significativa (DMS) calculada o valor de 0,64 enquanto a maior diferença entre médias verificada foi de 0,61 entre os tratamentos 5 e 6. Desta forma, para demonstrar onde se

encontrou as diferenças estatísticas significantes apontadas pelo teste F, utilizou-se o teste t LSD de Fisher. A **Tabela 3** mostra a diferença estatística entre as médias dos tratamentos.

Tabela 3 - Contagem do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC g⁻¹) para bolores e leveduras em morangos submetidos a tratamentos alternativos.

Tratamentos	log (UFC g ⁻¹)
1- Ozônio	3,21 a
2- Samuray Kim®	2,99 a b
3- Serenade®	3,02 a b
4- Água Alcalina	2,75 b
5- Água Caesb	2,70 b
6- Controle – Sem Tratamento	3,31 a

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de t LSD a 5% de probabilidade.

Esta variação de 0,61 ciclos de log entre o tratamento Água Alcalina e o tratamento controle se demonstra baixa perto de outras formas de sanificação. Ponce et al (2009) relataram uma redução de 0,8 para bolores e leveduras ao utilizar a solução clorada comercial Sumaveg® e reduções de até 1,3 ciclos log para bolores e leveduras ao analisar o efeito do ozônio gasoso na concentração de 50 mg.L⁻¹, fluxo de 15 L/minuto, por 60 minutos, em comparação ao controle tratado com água destilada. Tratamentos com água destilada podem atingir resultados muito melhores, Rahman, Khan e Oh (2016), em sua revisão bibliográfica encontraram trabalhos relatando a eficiência de água alcalina eletrolisada a um pH de 10,4 onde se observou a redução de 1,5 ciclos de log na população de *Escherichia coli*, 1,9 ciclos de log na população de *Listeria monocytogenes*, e 2,5 ciclos de log na população de *Campylobacter jejuni*.

Na busca de compreender o porquê de o tratamento com ozônio não ter sido eficaz, deparou-se com o fato das tubulações, já antigas, da Universidade de Brasília fornecerem uma água muito alcalina, onde já foi relatado a coleta de águas das torneiras com pH em torno de 10. Segundo Kim, Yousef e Dave (1999) a estabilidade do Ozônio é reduzida quando ele se encontra em meio aquoso alcalino por conta da atividade catalítica dos íons hidroxila (OH⁻), havendo relatos na literatura de leve aumento do poder bactericida do ozônio com o decréscimo do pH de 8,0 para 6,0 ao analisar sua eficiência no controle de *E. coli* e *C. perfringens*. Os autores ainda relataram aumento na mortalidade de *Bacillus* e *Clostridium* com a diminuição do pH. Apesar desta possibilidade do ozônio ser influenciado pela alcalinidade da água

proveniente do sistema de abastecimento da UnB, ela não explica o porquê do tratamento com ozônio ter sido menos eficiente que o tratamento controle feito apenas com esta água.

O efeito dos produtos Samuray Kim® e Serenade®, calcados na atuação, sobretudo, das bactérias do gênero *Bacillus*, não se diferenciou estatisticamente nem do tratamento controle e nem dos tratamentos mais eficientes. Assim como no caso do ozônio possivelmente os tratamentos com controle biológico também sofreram influência da alcalinidade da água utilizada. Dentro dos estudos de Tecnologia de Aplicação de produtos fitossanitários sabe-se que a maioria dos fitossaneantes tem uma melhor eficiência quando o meio é levemente ácido. Kissmann (1997) aponta que a um pH acima de 7 a maioria dos produtos sofrem uma hidrólise alcalina, sendo esta hidrólise aumentada em proporção ao aumento do pH onde alguns compostos são degradados em questão de minutos. Para evitar isto é comum realizar uma acidificação da calda de aplicação com adição de um ácido fraco, tendo o ácido ortofosfórico como um dos preferidos. Para a manutenção do pH ao longo da aplicação adiciona-se também um produto tamponante como o fosfato ácido de sódio por exemplo. Para exemplificar, de acordo com Gassen (200-?) o produto biológico Dipel® a base de *Bacillus thuringiensis* tem o pH 5,0 como sendo o ideal para o seu uso e no estudo da meia vida em função do pH se apresenta incompatível com o meio alcalino.

Helbig e Bochow (2001) ao observar o comportamento do isolado 25021 do *Bacillus subtilis* no controle do *Botrytis cinerea*, relataram que o *B. subtilis* não exerce efeito sobre a germinação dos conídios do *B. cinerea* mas exerce uma forte influência no desenvolvimento dos micélios deste patógeno, chegando a controlar até 95% quando comparado ao tratamento controle. Ayuduki et al. (2013) observaram em experimento *in vitro* que o uso do *B. subtilis* na dosagem de 80 µL da formulação comercial do biofungicida por placa de petri, reduziu o crescimento micelial do *B. cinerea* em 90% e em 98% do *Colletotrichum spp.*

4.2 Avaliações Físico-Químicas

Na **Tabela 4** ilustram-se os valores de todas variáveis analisadas, para os diferentes tratamentos, após cada tempo de armazenamento.

Tabela 4 - Valores de Perda de Massa Fresca, pH, Sólidos Solúveis Totais (SST), Acidez Titulável Total (ATT) e Ratio dos morangos submetidos aos tratamentos alternativos em pós-colheita e armazenados durante 9 dias a 5±1 °C.

Variáveis	Tratamentos	Tempo de Armazenamento (dias)			
		0	3	6	9
Massa Fresca (%)	Água ozonizada	-	0.59 a	0.93 a	1.35 a
	Samuray Kim	-	0.36 a	0.80 a	1.37 a
	Serenade	-	0.52 a	0.49 a	1.52 a
	Água alcalina	-	0.46 a	0.58 a	1.39 a
	Água Caesb	-	0.46 a	0.58 a	1.39 a
	Controle	-	0.41 a	0.64 a	1.23 a
pH	Água ozonizada	3.03 b	2.90 ab	2.96 a	2.80 a
	Samuray Kim	3.06 b	3.00 ab	2.96 a	2.83 a
	Serenade	3.06 b	3.03 b	3.10 ab	2.80 a
	Água alcalina	2.96 ab	3.00 ab	3.20 b	2.80 a
	Água Caesb	2.86 a	3.00 ab	3.20 c	2.80 a
	Controle	3.00 ab	2.86 a	3.40 c	2.76 a
SST (Brix)	Água ozonizada	7.31 c	5.93 a	6.28 a	5.56 a
	Samuray Kim	6.30 b	6.28 a	6.21 a	5.95 a
	Serenade	6.13 b	5.75 a	6.71 abc	5.91 a
	Água alcalina	7.10 c	6.11 a	7.23 c	6.01 a
	Água Caesb	7.10 a	6.11 a	7.23 bc	6.01 a
	Controle	5.81 ab	5.95 a	6.36 ab	5.69 a
ATT (% ácido cítrico)	Água ozonizada	1.01 a	0.95 a	1.01 ab	1.03 a
	Samuray Kim	1.01 a	0.97 a	0.99 a	1.07 a
	Serenade	0.95 a	0.94 a	1.02 ab	1.06 a
	Água alcalina	0.91 a	0.95 a	1.11 b	1.03 a
	Água Caesb	0.91 a	0.95 a	1.11 ab	1.03 a
	Controle	1.00 a	0.97 a	0.99 a	1.07 a
RATIO (SST/ATT)	Água ozonizada	7.22 cd	6.17 a	6.20 a	5.35 a
	Samuray Kim	6.23 b	6.42 a	6.56 a	5.54 a
	Serenade	6.43 bc	6.04 a	6.57 a	5.57 a
	Água alcalina	7.76 d	6.39 a	6.47 a	5.83 a
	Água Caesb	7.76 a	6.39 a	6.47 a	5.83 a
	Controle	5.79 ab	6.12 a	6.39 a	5.31 a

Em relação à análise de perda de massa os “tratamentos” e a interação “tratamento *versus* tempo” não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). No entanto, obteve-se diferença significativa ($p < 0,01$) em decorrência do período de armazenamento. As diferenças entre as médias para fonte de variação tempo se encontram descritas na **Figura 6**. É possível observar uma perda crescente de massa fresca tendo como ápice o nono dia com 1,37% de perda na média dos seis tratamentos.

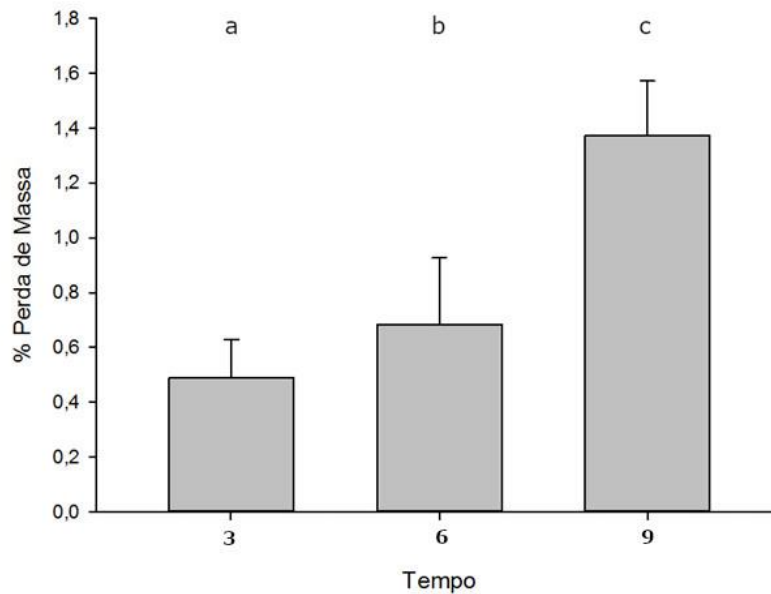


Figura 6 - Diferença entre médias do fator de variação tempo para a análise de perda de massa fresca do morango.

Para Chitarra e Chitarra (2005) a perda de massa fresca é um processo que está diretamente ligado à textura do produto podem ser utilizado na determinação da qualidade e do tempo de vida útil. Por mais que seja um processo natural derivado da respiração e transpiração do fruto a perda de massa fresca em parte pode ser evitado haja visto que o processo se acelera quando o fruto passa por injúrias devido a ação de insetos, microrganismos ou mesmo um manuseio incerto. De acordo com Oregel-Zamudio et al. (2017) a perda de massa é um importante indicador para se acompanhar o tempo em que o fruto se mantém fresco, sendo este controle um desafio para a comercialização. Estes mesmos autores observaram que em morangos tratados com uma solução de *Bacillus subtilis*, isolado HFC103, numa concentração de 1×10^6 CFU ml^{-1} , mergulhados durante 2 segundos e deixados secar na temperatura de 25° por 15 min, a perda de massa relativa ao tratamento controle foi 16% menor. Ferreira (2017) em seu ensaio observou que os morangos tratados com ozônio apresentaram maior perda de massa que os morangos do tratamento controle e atribuiu este efeito a possíveis danos causados na cutícula do morango devido ao alto poder oxidativo do ozônio.

Resultado similar foi verificado por Spencer (2013) que observou o aumento da perda de massa em correlação ao aumento da concentração de ozônio no tratamento de batatinhas, ao passo que outros autores observaram o efeito inverso como Zhang et al. (2011) em experimentos com morango e Liu et al. (2016) em experimentos com maçã (apud Ferreira, 2017).

No que tange a influência da água alcalina na perda de massa dos frutos, a pesquisa em bases de dados como Scielo e ScienceDirect, das palavras chaves relativas a água alcalina, água eletrolisada e aos parâmetros físicos e químicos, não renderam resultados, tanto no português quanto na língua inglesa. Isto impossibilita que a discussão da influência desse tratamento seja feita em comparação com a experiência de outros autores, tanto para a perda de massa quanto para os outros fatores físicos e químicos como pH, ATT, SST e Ratio.

A análise do pH apresentou diferença significativa para “tempo” e a interação “tratamento tempo” com menos de 1% de probabilidade de a diferença ter ocorrido ao acaso ($p < 0,01$) e para “tratamento” com menos de 5% ($p < 5\%$). As médias de pH ao longo do período de armazenamento, apresentadas na **Figura 7**, apresentaram uma redução, saindo de uma média de pH 3,00 no período inicial para uma média de pH 2,79 no nono dia de armazenamento. Observa-se que ao nono dia todos os tratamentos apresentaram uma média bem parecida, tendo uma maior variação entre as médias no sexto dia, onde o tratamento controle, água alcalina e água potável apresentaram um aumento súbito em relação aos demais dias. Cantillano (2016) demonstra que este comportamento de um aumento em relação ao pH inicial para um posterior decréscimo é comum nas variedades Carmino Real, Ventana e Aromas.

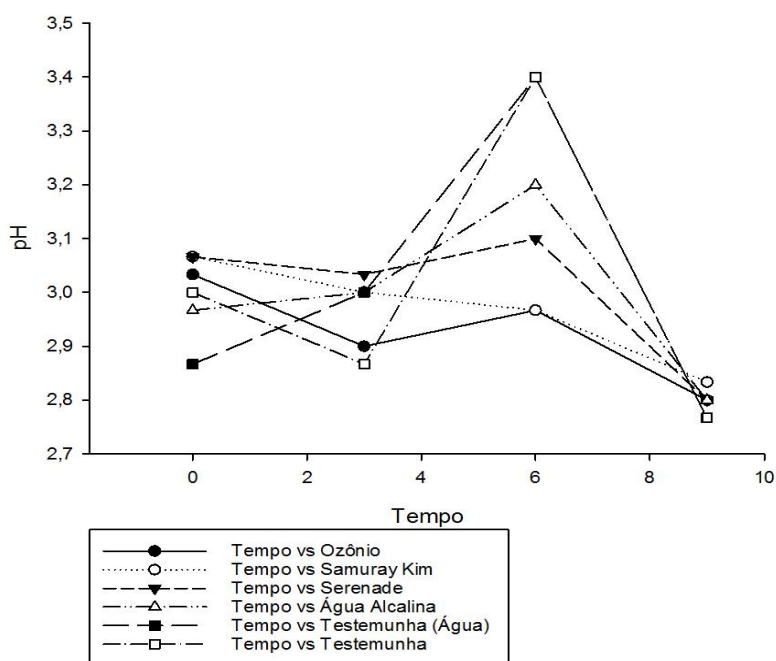


Figura 7 – Gráfico de interação dos valores médios entre as médias de tratamento e tempo na análise de pH do morango.

Oregel-Zamudio (2017) ao analisar o efeito do *Bacillus subtilis* no pH encontrou diferença estatística significativa entre o tratamento e o controle apenas no sexto dia de

observação sendo que a grandeza desta diferença foi apenas de 0,026 onde o *B. subtilis* obteve um maior decréscimo do pH. Kaster (1997) ao analisar as cultivares de pêssegos Chiripá e Chimarrita, considerou o pH um parâmetro pouco eficiente para acompanhar a conservação da fruta “in natura” (CANTILLANO *et al.*, 2008).

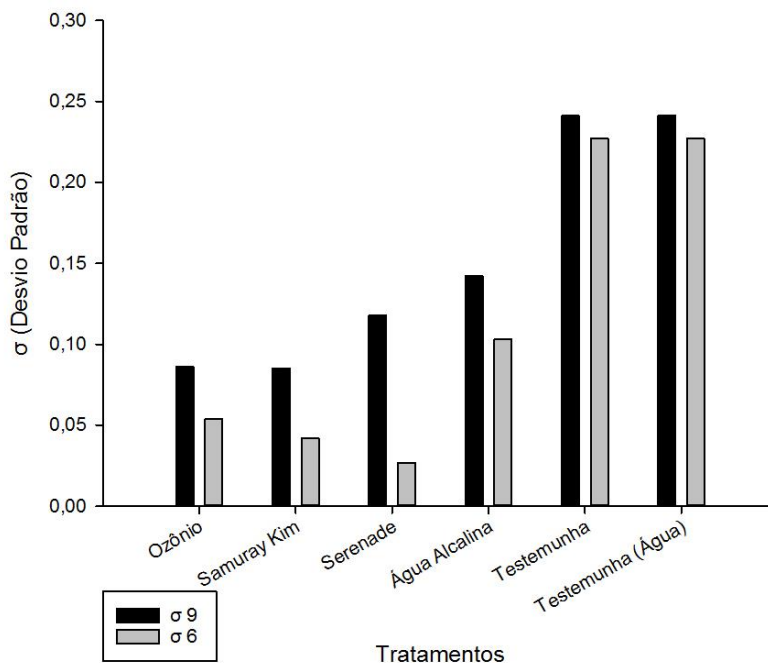


Figura 8 – Gráfico com os desvios padrões de cada tratamento calculados para os períodos de armazenamento de 9 e de 6 dias, relativo à análise de pH.

A análise da Acidez Titulável Total (ATT) demonstrou diferença significativa para “tempo” ($p < 0,01$) e para a interação “tratamento vs tempo” ($p < 0,05$). A **Figura 9** demonstra a interação “tratamento vs tempo” na análise de ATT. É possível observar que todas as médias se mantiveram acima de 0,90% sendo que diversos autores relatam que para um sabor mais agradável é necessário que o morango apresente uma ATT abaixo de 0,80% (ANTUNES, 2013; DE CARVALHO *et al.*, 2012; FERREIRA 2017; KADER, 1999).

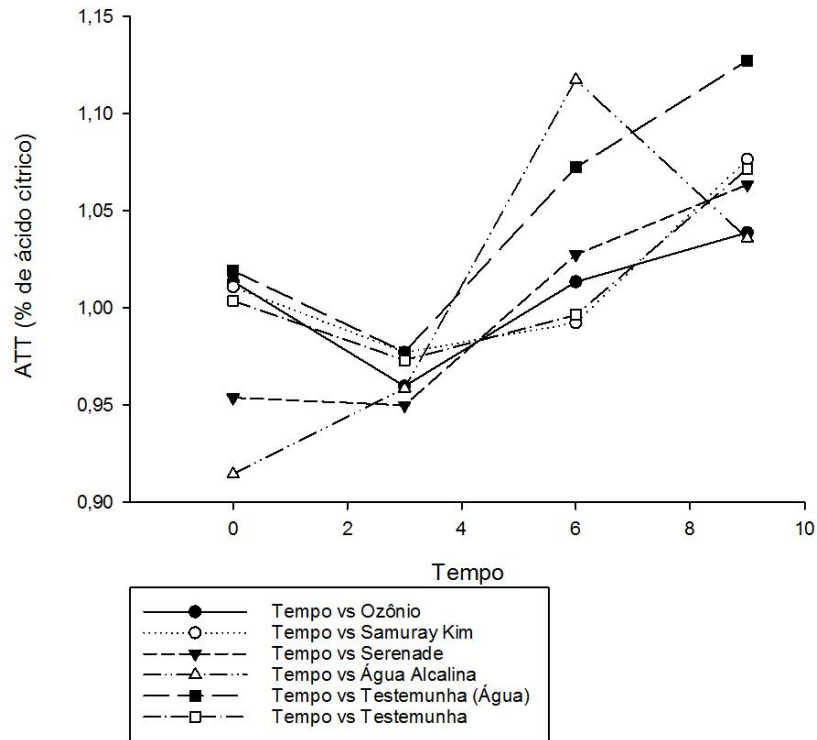


Figura 9 – Gráfico de interação das médias entre tratamento e tempo análise de Acidez Total Titulável do morango.

As avaliações de Sólidos Solúveis Totais (SST) apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) tanto “tratamento” quanto para “tempo” e a interação “tratamento vs tempo”. No desdobramento dos tratamentos no tempo a diferença significativa ($p < 0,01$) se fez presente apenas no tempo 0 e no tempo 6 sendo esta diferença não significativa ($p > 0,05$) nos outros tempos. A **Figura 10** apresenta essa interação “tratamento vs tempo” para a análise das médias de Sólidos Solúveis Totais.

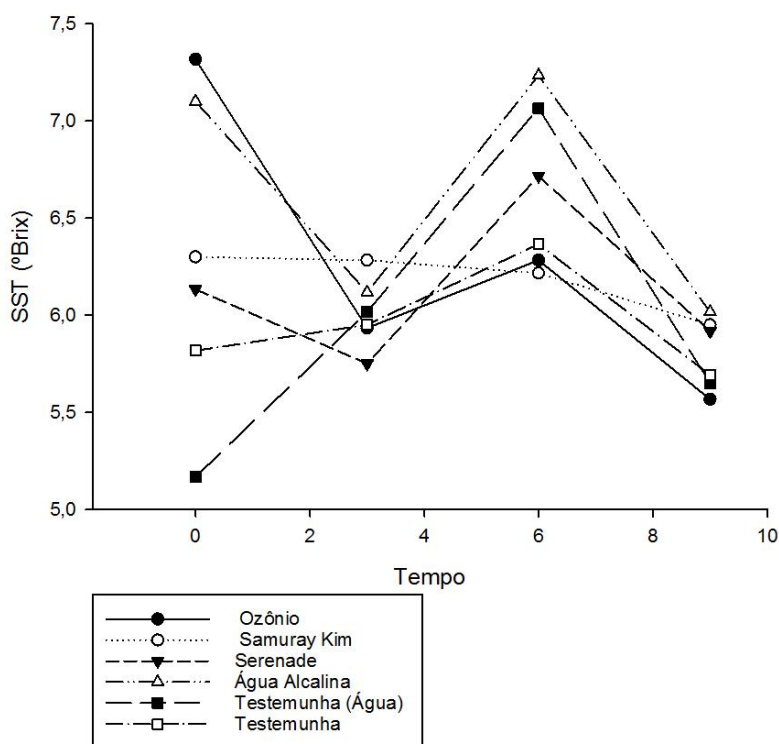


Figura 10 - Gráfico da interação entre os tratamentos e o tempo na análise das médias de Sólidos Solúveis Totais do morango.

Durante as avaliações o tratamento água alcalina foi o que mais se manteve próximo ao ideal de mínimo de 7,0 °Brix preconizado na literatura para que o morango apresente um sabor agradável (ANTUNES, 2013; FERREIRA 2017; KADER, 1999). No sexto dia o tratamento Água Caesb também se aproximou do valor 7,0. Ao se analisar este dado considerando as possibilidades do sistema de abastecimento da UnB fornecer água com pH elevado, corrobora com o resultado do tratamento Água Alcalina suscitando a necessidade de uma maior investigação sobre os efeitos da água alcalina em relação aos Sólidos Solúveis Totais do morango. Oregel-Zamudia et al., (2017), não observaram nenhuma variação significativa tanto no tempo quanto entre os tratamentos ao analisar os efeitos do *Bacillus subtilis* no pós-colheita do morango. Forner (2012) ao avaliar o efeito do *B. subtilis* no controle de bolores na laranja pêra observou que em um dos experimentos o tratamento em questão diminui o grau brix em relação aos demais tratamentos quando avaliado aos 14 dias não havendo diferença entre tratamentos aos 28 dias. Em outro experimento descrito na mesma dissertação o autor não observou diferença entre tratamentos em nenhum dos dois tempos.

A análise de variância da relação SST/ATT, a Ratio apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) também para as 3 FVs. No gráfico de interação “tratamento vs tempo” na **Figura 11** é possível perceber uma variação maior no tempo zero. De acordo com o desdobramento dos

tratamentos no tempo da análise de variância este foi o único período em que a diferença estatística dentre os tratamentos foi significativa ($p < 0,01$).

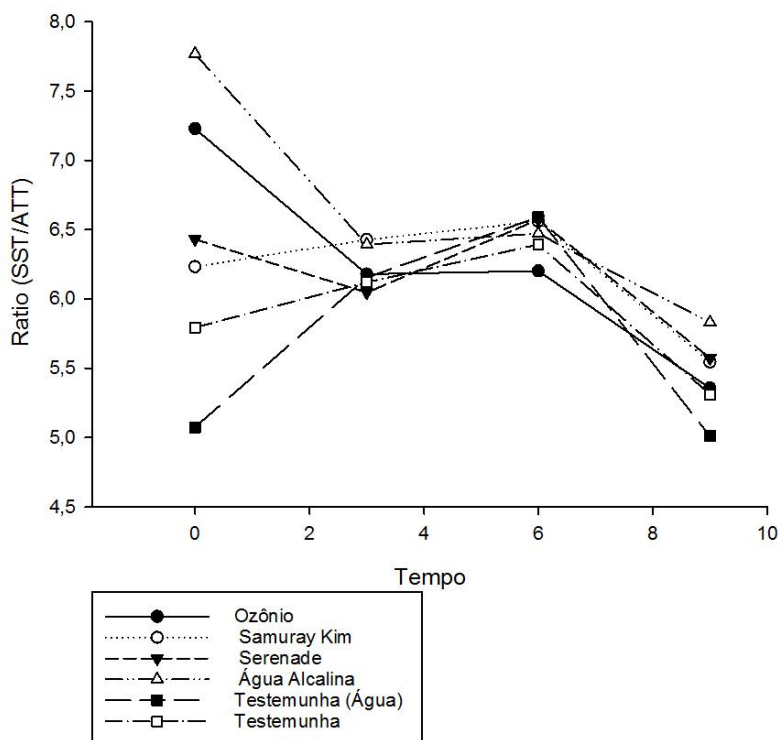


Figura 11 - Gráfico da interação entre os tratamentos e o tempo na análise das médias Ratio do morango.

A *Ratio* ideal para que o morango apresente um boa percepção sensorial é de 8,5 % (ANTUNES, 2013; DE CARVALHO ET AL., 2012; FERREIRA 2017; KADER, 1999). Como a cultivar Portola já é conhecida por não apresentar um sabor tão marcante era de se esperar que as taxas de *Ratio* não atingissem o ideal preconizado. Algo que contribui para a distância entre as taxas encontradas e a ideal é também a época na qual foram coletados os morangos. No período do final do verão, início do outono em Brasília ainda se encontram temperaturas elevadas. Tais temperaturas estimulam o crescimento vegetativo, emissão de estolhos e contribuem para o aumento da ATT o que traz para baixo o índice Ratio (ANTUNES, 2013).

Apesar disto os tratamentos não demonstraram afetar negativamente as qualidades físicas e químicas demonstradas pela *Ratio* haja visto que ao longo do armazenamento as médias não diferiram estatisticamente dos tratamentos controle. Ferreira (2017) observou que um de seus tratamentos onde se utilizava água alcalina a pH 8,7 a *Ratio* medida no período inicial a apresentaria um valor de 7,45 caindo para o valor 5,73 ao sexto dia de acordo com a fórmula de regressão apresentada no estudo. Já para os tratamentos com ozônio numa

concentração de $0,11 \text{ mg.L}^{-1}$ diluído em água com pH 3.0 chegou-se ao valor de 7,18 no sexto dia partindo de um valor de 7,78, demonstrando o potencial do ozônio para a manutenção das características sensoriais do morango.

5. Conclusão

Através dos resultados conclui-se que os tratamentos relacionados a alcalinidade da água, tanto o tratamento água alcalina onde a água foi eletrolisada quanto o tratamento água potável onde a água se tornou alcalina pela ferrugem das tubulações, apresentaram eficiência em relação à redução da ocorrência de bolores, se mostrando uma alternativa interessante ao controle de pós-colheita do morango principalmente pelo seu baixo custo.

Em relação às qualidades físicas e químicas, os tratamentos que se destacaram na avaliação de ATT obtiveram o resultado inverso na análise de SST. Da mesma forma os tratamentos que se destacaram na análise de SST obtiveram o resultado inverso para ATT. Tendo em vista que o mais importante é a relação SST/ATT, essas diferenças terminaram por equilibrar a relação de Ratio onde nenhum dos diversos tratamentos afetou expressivamente esta variável.

Estes resultados habilitam que a água alcalina como promissor tendo em vista exercer controle sobre bolores e não afetar negativamente as qualidades físicas e químicas do produto. Faz-se necessário ainda mais estudos que possam elucidar possíveis formas de uso como o qual o pH ideal ou o tempo de exposição ideal para uma melhor eficiência do tratamento.

Em relação aos tratamentos com ozônio e com controle biológico a partir de *Bacillus* o experimento demonstrou a incompatibilidade destes tratamentos com a água alcalina.

6. Revisão Bibliográfica

ALENCAR, E. R.; CAJAMARCA, S.M.N.; SANTANA, A.P.; LEÃO, T.P.; FERREIRA, W.F.S. Efeito do ozônio na qualidade pós-colheita de morangos produzidos em sistema orgânico. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia. Gramado-RS: [s.n.], 2016.

ALVES, F.G. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro mantidos sob temperatura refrigerada após a aplicação pré-colheita de produtos biológicos. Dissertação - Unimontes, Janaúba-MG. 2009.

ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3.ed.rev.ampl. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012.

ANDRADE, C. A. W., MIGUEL, A. C A., SPRICIGO, P. C., DIAS, C. T. S., JACOMINO, A. P. Comparison Of Quality Between Organic And Conventional Strawberries From Multiple Farms. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal , v. 39, n. 2, e-045, 2017 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452017000200301&lng=en&nrm=iso>. access on 21 June 2018. Epub June 05, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017045>.

ANDRADE, C. A. W.. Pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico versus sistema convencional em repetidas avaliações. 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013. doi:10.11606/D.11.2013.tde-13022014-082835. Acesso em: 2018-06-21.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C. Caracterização da produção de morangos no Brasil . 2007. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Morango_situa%25E7%25E3o_Import%25E2ncia_000fn2g4bkj02wyiv8065610dpqk1par.pdf>.

Acesso em: 13 junho de 2018

ANTUNES, L. E. C.; CARVALHO, G. L.; SANTOS, A. M. dos. A cultura do morango. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 52 p. (Coleção Plantar, 68).

ANTUNES, M. C. Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro. 2013. 40 f. Universidade Federal do Paraná, 2013. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/30511/R - D - MARINA COSTACURTA ANTUNES.pdf?sequence=2>>.

ANVISA. (2016). Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) (Relatório de Atividades de 2013 a 2015). Brasília: ANVISA. Retrieved from http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 17^a ed. Arlington: 2000p. 2002.

ARANA, R. O. C. Manejo de enfermidades en cultivos tropicales. Universidad de Cordoba. Facultad de Ciências Agrícolas. Departamento Agronomía y Desarrollo Rural. Montería, 2014

BARANCELLI, G.V.; MARTIN, J.G.P.; PORTO, E. Salmonella em ovos: relação entre produção e consumo seguro. Segurança Alimentar e Nutricional. 2012 feb, 19(2): 73-82.

BORGES, R. F. Panela furada: o incrível desperdício de alimentos no Brasil. 3. ed. São Paulo: Columbus, 1991. 124 p. (Coleção cardápio ; v. 7).

BORGES, C.D.; MENDONÇA, C.R.B.; ZAMBIAZI, R.C.; NOGUEIRA, D.; PINTO, E.V. & PAIVA, F.F. (2013). Conservação de morangos com revestimentos à base de Goma xantana e óleo essencial de sálvia. Bioscience Journal 29(5): 1071-1083.

BRAGA, D. O. Qualidade pós-colheita de morangos orgânicos tratados com óleos essenciais na pré-colheita. Universidade Federal de Lavras. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre no programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. 2012.

BRASIL. Lei Orgânica de Segurança Alimentar Nutricional (Losan). Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional-SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União 2006;

BRASIL MINISTÉRIO DA SAÚDE – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físico-químicos para análise de alimentos. Ministério da Saúde, p. 1018, 2005.

CALVETE, Eunice Oliveira et al. Cultivo de morangueiro em ambiente protegido. In: CHAVARRIA, Geraldo; SANTOS, Henrique Pessoa Dos (Orgs.). Fruticultura em Ambiente Protegido. 1. ed. Brasília - DF: Embrapa, 2012. p. 278.

CANTILLANO, R. F. F. Manuseio pós-colheita. In: ANTUNES, L. E. C.; JÚNIOR, C. R.; SCHWENGBER, J. E. (Org.). Morangueiro. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 2016. p. 590.

CANTILLANO, R. F. F. CASTAÑEDA, L. M. F.; TREPTOW, R. de O.; SCHUNEMANN, A. P. P.. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 75, p. 29, 2008.

CANTILLANO, R.F. (Ed.).Morango: pós-colheita. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28 p. (Frutas do Brasil, 42).

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA. 2ª Ed., 2005, 256p. 2005.

COELHO, C. C. DE S.; FREITAS-SILVA, O.; ALCANTARA, I.; SILVA, J. P. L. da; CABRAL, L. M. C.. Ozônio em morangos minimamente processados, uma alternativa ao uso do cloro na segurança de alimentos. [S.l: s.n.], 2014. v. 3.

CARVALHO, S. F. de; PICOLOTTO, L.; FERREIRA, L. V.; KUHN, P. R.; ANTUNES, L. E. C.. Características físico-químicas de cultivares de morangueiro de dias-curtos. 2012, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71376/1/Luis-eduardo-correa-antunes-6.pdf>>.

CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas: a teoria da trofobiose. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012. 318 p.

COLA ,L.. O que é o Botrytis Cinerea, o fungo mágico da podridão nobre?. Gazeta Online, Vinhos e Mais Vinhos, 2012. Disponível em: <<https://blogs.gazetaonline.com.br/vinosemaisvinhos/2012/06/o-que-e-o-botrytis-cinerea-o-fungo.html>> Acesso em: 20 de junho de 2018.

COLLARD, H. R., Pneumonite por hipersensibilidade (Alveolite alérgica extrínseca). Disponível em:<<https://www.msmanuals.com/pt-br/profissional/dist%C3%BArbios-pulmonares/doen%C3%A7as-pulmonares-intersticiais/pneumonite-por-hipersensibilidade>> Acesso em : 20 de junho de 2018.

COSTA, F. B. Fisiologia da conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados. 115 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2009.

DAROLT, M.R.. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e a do convencional. In: STRIGHETA,P.C.; MUNIZ, J.N. (ORGS). Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação/. p. 289-312. 2003.

FERNANDES, M. do C. de A. Defensivos alternativos: ferramenta para uma agricultura ecológica, não poluente, produtora de alimentos saudáveis. Rio de Janeiro: CREA-RJ, 2013. 13 p.

FERREIRA, L. L.; SANTOS, E. C.; LIMA, R. K.; SILVA, H. E. R.; PORTO, V. C. N. Análise físico-química de olerícolas condimentares produzidas em sistema de produção convencional e orgânico. Revista Educação Ambiental em Ação, n. 51, ano XIII, março, 2015.

FERREIRA, W. F. DE S. Eficácia da água ozonizada no controle de microrganismos em morango (*Fragaria x ananassa Duch.*) e efeito na qualidade físico-química durante o armazenamento. 2017. 128 f. Universidade Federal de Brasília, 2017.

FORNER, C. Controle em pós-colheita de bolor verde em laranja pêra com microrganismos e tratamento térmico. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP. 2012. 71 p.

FORTES, J., BETTIOL, W.. Controle biológico e químico de *Monilinia fructicola*, com tratamento pós-colheita de pêssegos. *Fitopatologia Brasileira* 22:264, 1997. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=ACERVO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=016384>>. Acesso em: 25 de junho de 2018.

GASSEN, F. R. Efeito de acidez da água sobre produtos fitossanitários. Cooperativa dos Agricultores de Plantio Direto. 200-?. Disponível em: <<http://www.terraaviacao.com.br/061AguapH.pdf>>. Acesso em: 22 de julho de 2018.

GIOVANA, G.. Fazenda da Toca faz da agrofloresta um negócio rentável. *Jornal o Estado de São Paulo*. 04 Junho 2016. Disponível em: <<https://sustentabilidade.estadao.com.br/blogs/ambiente-se/fazenda-da-toca-faz-da-agrofloresta-um-negocio-rentavel/>> Acesso em: 16 de junho de 2018.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

HAYASHI, A. H.; VOLPE, A.; KLUGE, R. A. Morangueiro. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. (Orgs.). *Manual de fisiologia vegetal: Fisiologia de Cultivos*. 1. ed. Piracicaba - São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2008. p. 864.

HELBIG, J.; BOCHOW, H. Effectiveness of *Bacillus subtilis* (Isolate 25021) in controlling *Botrytis cinerea* in strawberry / Wirksamkeit von *Bacillus subtilis* (Isolat 25021) bei der Bekämpfung von *Botrytis cinerea* an der Erdbeere. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz / Journal of Plant Diseases and Protection*, 2001.

HELENO, F. F. *Ozonização: uma estratégia para remoção de resíduos de agrotóxicos em alimentos*. 2013. 101 f. Universidade Federal de Viçosa, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – POF. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/419>>. Acesso em: 13 de junho de 2018.

JORDANO, R.; LOPEZ, C.; RODRIGUEZ, V.; CORDOBA, G.; MEDINA, L. M.; BARRIOS, J. Comparison of Petrifilm method to conventional methods for enumerating aerobic bacteria, coliforms, *Escherichia coli* and yeasts and molds in foods. *Acta Microbiol Immunol Hung.* 42(3): 255-9. 1995.

KADER, A. A. *Fruit maturity, ripening, and quality relationships. Acta Horticulturae.* [S.l.: s.n.], 1999

KADER, A. A. Quality and its Maintenance in Relation to the Postharvest Physiology of Strawberry. *The Strawberry into the 21st Century*, n. 1, p. 145–152, 1991.

KIM, J.-G.; YOUSEF, A. E.; DAVE, S. Application of Ozone for Enhancing the Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review. *Journal of Food Protection*, v. 62, n. 9, p. 1071–1087, 1999. Disponível em: <<http://jfoodprotection.org/doi/pdf/10.4315/0362-028X-62.9.1071?code=FOPR-site>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

KISSMANN, K.G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. Palestras... Caxambu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 1997. p.61-77.

LOPES, R.B.A.. A indústria no controle biológico: produção e comercialização de microrganismos no Brasil. In: BETTIOL, W., MORANDI, M.A.B.. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, SP. Embrapa Meio Ambiente. 2009.

LUCENA, H. H.. Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada tratada com água eletrolisada. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa. Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. Mossoró: 2013.

MALAGODI-BRAGA, K. S. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne–Rosaceae). São Paulo: Universidade Federal de São Paulo USP. 104p (Tese Doutorado em Ciências, na Área de Ecologia).[Links], 2002.

MATARAM, L. G., BALBI-PEÑA, M.I., Ferreira, G., MOURA, G. V. . Inibição in vitro da germinação de esporos de *Botrytis cinerea* utilizando filtrados de fungos sapróbios. In: 50º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2017, Uberlândia-MG. 50º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2017.

MORANDI, M.A.B., BETTIOL, W.. Controle biológico de doenças de plantas no Brasil. In: BETTIOL, W; MORANDI, M.A.B.. Biocontrole de doenças de plantas: uso e perspectivas. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2009.

MUSA, C. I. et al. . Avaliação do teor de Vitamina C em morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS. *Ciência e Natura*, v. 37, p. 368-373, 2015.

OLIVEIRA, J. T. C. DE. Revisão sistemática de literatura sobre o uso terapêutico do ozônio em feridas. 2007. 256 f. Universidade de São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, T. G. L., MENDES, G. P., CAMBIUM, I. I. F. N.. Mucormicose aguda por *Rhizopus* isolado de fragmento de tecido pulmonar de paciente imunocomprometido: relato de caso. *Revista Ciências em Saúde*. v7. n3, 2017

ORGANIS. Consumo de produtos orgânicos no Brasil - Primeira pesquisa nacional sobre o consumo de orgânicos. 2017. Disponível em: <<https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/24888/1500471554Pesquisa-Consumo-de-Produtos-Organicos-no-Brasil-Relatorio-V20170718.pdf>> Acesso em: 16 de junho de 2018.

OREGEL-ZAMUDIO E.; ANGOA-PÉREZ M.; OYOQUE-SALCEDO G.; AGUILAR-GONZÁLEZ C.; MENA-VIOLANTE H. Effect of candelilla wax edible coatings combined with biocontrol bacteria on strawberry quality during the shelf-life. *Scientia Horticulturae*, v. 214, p. 273–279, 2017.

PENTEADO, S. R.. Agricultura orgânica. Piracicaba: ESALQ–Divisão de Biblioteca, 2001.

PIRES, Christiano Vieira et al . Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas , v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

PIGATTO, G. M., et al. Bifenilos policlorados semelhantes às dioxinas em pescados do rio grande do sul 41° COMBRAVET, Gramando, Rio Grande do Sul. 2014

PONCE, R. *et al.* Características físico-químicas e microbiológicas de morango minimamente processado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 1, p. 113–118, 2009.

PRIMAVESI, A. Pergunte aos solos e as raízes: uma análise dos solos tropical e mais de 70 casos resolvidos pela agroecologia. 1 e. SP. Nobel, 2014.

RAHMAN, S.; KHAN, I.; OH, D.-H. Electrolyzed Water as a Novel Sanitizer in the Food Industry: Current Trends and Future Perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 15, n. 3, p. 471–490, 2016.

RAHMAN, S.; KHAN, I.; OH, D.-H. Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf-life and sensory quality of shredded carrots, *Food Microbiology*, Volume 28, Issue 3, 2011, Pages 484-491, ISSN 0740-0020, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.10.006>.(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002010002686>)

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de (Ed.).Morango: produção. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 81 p. (Frutas do Brasil, 40).

SCARIOT, G. N. Óleos essenciais no controle de mofo cinzento e de podridão mole e seus efeitos na qualidade pós-colheita de morango. Universidade Federal do Paraná, Programa de pós-graduação em Agronomia. Dissertação de Mestrado. Curitiba-PR, 2013.

SERVIÇO DE APOIO À MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. MERCADO DE FRUTICULTURA -Panorama do setor no Brasil. AGRONEGÓCIO fruticultura – Boletim de Inteligência de outubro, p. 5, 2015.

SILVA, M.M. da C, COELHO, A.B. Demanda por frutas e hortaliças no Brasil: uma análise da influência dos hábitos de vida, localização e composição domiciliar. Pesquisa e Planejamento Econômico. ppe. V. 44, n° 3. dez 2014

SILVA, S. B. DA *et al.* Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. Semina: Ciências Agrárias, v. 32, n. 2, p. 659–682, 2011.

SPECHT, S.; BLUME, R. Competitividade e segmento de mercado à cadeia do morango: algumas evidências sobre o panorama mundial e brasileiro. In: SOBER - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47., 2009, Porto Alegre, RS. Anais... Porto Alegre: SOBER. 2009. p.1-17.

STERTZ, S. C. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas da Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Curitiba, 2004. 286 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná - UFPR.

TAVARES, S.C.C. Controle biológico clássico de patógenos de frutos no Brasil - situação atual. In: SIMPOSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO- SICONBIOL, 5., 1996, Foz do Iguaçu. Anais: conferencias e palestras. Curitiba: EMBRAPA-CNPSO: COBRAFI, 1996. p.57-68.

VALE, A. Pesquisa testa fruticultura orgânica em larga escala. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas/BA, 06 de janeiro de 2015. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2411902/pesquisa-testa-fruticultura-organica-em-larga-escala>> Aceso em 16 de junho de 2018.

VENDRAMINI, A. L.A., OLIVEIRA, J. C., CAMPOS, M. A.. Segurança alimentar: conceito, história e prospectiva In: MARINS, B. R., TANCREDI, R. C. P., GEMAL, A. L.. Segurança alimentar no contexto da vigilância sanitária: reflexões e práticas. Rio de Janeiro: EPSJV, 2014. 288 p.

VIDAL, M. F.. Comportamento Recente Da Fruticultura Na Área De Atuação Do Bnb. Caderno Setorial Etene, ano 2, nº 15. Fortaleza-CE: Banco do Nordeste, set 2017.

WILLER, H.; LERNOUD, J. The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2017. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM - International Federation of Organic Agriculture Movements. Switzerland, 2017.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A. Mecanismos gerais de atuação dos nutrientes sobre a severidade de doenças. In: ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO JUNIOR, L. A. Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. Viçosa: Os Autores, 2012. 321 il.p. 24-45