



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**JULIE ANNE DANTAS LIMA**

**MÉTODOS PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**

Brasília - DF

2016

**JULIE ANNE DANTAS LIMA**

**MÉTODOS PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**

Trabalho apresentado à banca examinadora da Universidade de Brasília como requisito para a obtenção de grau de Engenheira Agrônoma no curso de graduação em Agronomia.

Professora orientadora: Dr<sup>a</sup>. Fabiana Carmanini Ribeiro

Brasília - DF

2016

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

**MÉTODOS PARA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**

**JULIE ANNE DANTAS LIMA**

Matrícula: 10/0108750

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado à Faculdade de Agronomia e  
Medicina Veterinária, Curso de  
Agronomia, Universidade de Brasília,  
como parte dos requisitos para a sua  
conclusão.

Aprovado em 4 de julho de 2016, por:

---

Professora Dra. Fabiana Carmanini Ribeiro  
Universidade de Brasília - UnB  
Orientadora

---

Professor Dr. Gervásio Fernando Alves Rios  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinador

---

Dr. Tecnólogo em Laticínios Márcio Antônio Mendonça  
Universidade de Brasília - UnB  
Examinador

*Aos meus pais, que sempre fizeram tudo por mim,  
e ao meu Senhor, cujo sustento nunca me faltou  
dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Onildo e Nevanda, pelo incentivo, dedicação, preocupação e compreensão. Sei que tudo que fazem é pro meu bem, quero honrar todo esforço todos os dias da minha vida. Obrigada por acreditarem em mim.

À minha tia Buá, por sempre me confortar com palavras de incentivo e me colocar em suas orações. Você é minha segunda mãe.

Ao Emanuel Moreno, por me apoiar, me encorajar e me animar. Você, sem dúvida, foi uma das minhas maiores motivações. Obrigada por estar sempre ao meu lado lutando comigo as minhas batalhas.

À professora Fabiana Carmanini Ribeiro, minha orientadora. Agradeço por toda ajuda e disponibilidade. Obrigada pelos conselhos e por todo conhecimento que adquiri através da sua pessoa. Eu acredito que Deus nos envia anjos.

Ao Dr. William Soares, por todo o tempo em que estive na Fitopatologia. Agradeço por sua amizade e por tudo que aprendi com você. Você foi peça chave durante minha vida acadêmica. Também agradeço ao professor Adalberto Café Filho pelas oportunidades.

Aos professores Cícero Célio Figueiredo, Cláudio Augusto, Marcelo Fagioli, Michelle Souza Vilela e Selma Regina Maggioto, lembro-me de todos com carinho. Também agradeço aos demais professores com quem tive a satisfação de ter aula durante o curso de Agronomia. Obrigada por todo conhecimento.

Cárlinton e Celina, meu eternos professores de Língua Portuguesa e da vida. Muito do que sou hoje devo a vocês e seus lugares estão cativos em meu coração.

Aos AgroAmigos, meus companheiros de batalha. Foi uma honra conhecer vocês, amadurecer com vocês e conquistar essa vitória ao lado de vocês. Somos eternos!

Por último, mas não menos importante, agradeço ao meu Jesus. Palavras jamais serão suficientes para traduzir minha gratidão. Obrigada por me dar essa oportunidade, por me fortalecer, por não me deixar desistir e por colocar as pessoas certas em meu caminho. As minhas vitórias são para Tua glória. Sempre.

*O justo florescerá como a palmeira; crescerá como o cedro no Líbano.  
Os que estão plantados na casa do Senhor florescerão nos átrios do nosso Deus.  
Na velhice ainda darão frutos; serão viçosos e vigorosos,  
para anunciar que o Senhor é reto. Ele é a minha rocha e nele não há injustiça.*

*Salmos 92:12-15*

## SUMÁRIO

Resumo.....	VIII
Abstract.....	IX
1. Introdução.....	10
2. Importância das frutas e hortaliças no agronegócio brasileiro.....	11
3. Perdas na pós-colheita e suas causas.....	14
3.1 Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças.....	14
3.2 Fatores que causam perdas pós-colheita de frutas e hortaliças.....	15
4. Revisão bibliográfica.....	20
4.1 Armazenamento refrigerado.....	20
4.2 Conservação pelo uso da atmosfera artificial.....	23
4.2.1 Atmosfera modificada.....	23
4.2.2 Atmosfera controlada.....	26
4.3 Conservação pelo controle de umidade.....	28
4.3.1 Secagem natural.....	28
4.3.2 Liofilização.....	29
4.4 Irradiação.....	31
4.5 Ozonização.....	35
4.6 Ceras e revestimentos comestíveis.....	37
4.7 Uso de embalagens.....	41
5. Considerações finais.....	44
6. Referências bibliográficas.....	45

LIMA, Julie Anne Dantas. **Métodos para conservação de frutas e hortaliças**. 2016. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

## **RESUMO**

### **Métodos para conservação de frutas e hortaliças: revisão bibliográfica**

A importância social e econômica da produção de frutas e hortaliças no país é inegável, não tanto como produtos de exportação, mas como atividade geradora de emprego, fixadora do homem no campo e por estar presente de maneira significativa na alimentação da população brasileira. No país, cerca de 20 a 30% das frutas e hortaliças produzidas não chegam até a mesa do consumidor, fato que coloca o Brasil entre os países que mais desperdiçam alimentos no mundo. Dados mostram que a maior parte das perdas que ocorrem na pós-colheita, como por exemplo, no transporte e manuseio feito de forma inadequada, embalagens que mais danificam que protegem os alimentos e a utilização incorreta ou ausente do armazenamento refrigerado. Em um cenário como o atual, onde existem milhares de pessoas em situação de insegurança alimentar, bem como o Brasil apresentando potencial para exportação em termos de produtividade, tecnologias para conservação de frutas e hortaliças podem ser utilizadas para reduzir as perdas e melhorar o quadro do país.

**Palavras-chave:** armazenamento, vida-útil, preservação, pós-colheita.

LIMA, Julie Anne Dantas. **Conservation methods of fruits and vegetables**. 2016. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

## **ABSTRACT**

### **Conservation methods of fruits and vegetables: literature review**

The social and economic importance of fruit and vegetables in the country is undeniable, not so much as exports, but as generating activity employment, man fixative in the field and to be a significant presence in food of the population. In the country, about 20 to 30% of fruit and vegetables produced do not reach the consumer's table, a fact that places Brazil among the countries that most waste food in the world. Data show that most of the losses occur in post-harvest, such as the shipping and handling done improperly, packages that causes more damage than protect food and incorrect or missing use of refrigerated storage. In a scenario like this, where there are thousands of people in a situation of food insecurity, as well as Brazil have potential for export in terms of productivity, technology to conserve fruits and vegetables can be used to reduce losses and improve the framework of the country.

**Key-words:** storage, lifespan, preservation, post-harvest.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de extensões continentais, de solos férteis e clima favorável para atividades agrícolas. Está entre os três maiores produtores de frutas no mundo e possui uma produção de hortaliças significativa para cesta da população brasileira, ambas atividades geram muitos empregos, sem contar a importância econômica para o país. Entretanto, as perdas que ocorrem ao longo da cadeia produtiva, principalmente na pós-colheita, trazem consigo uma série de problemas que envolvem vários âmbitos, sejam eles econômicos, sociais ou ambientais. Perda do valor econômico, insegurança alimentar, emissão de gás carbônico e utilização da água de forma desnecessária são apenas alguns desses problemas.

As perdas mais significativas ocorrem na pós-colheita, tendo como causa diversos fatores, como por exemplo, altas temperaturas, doenças, manuseio e transporte incorretos. Nesse sentido, diferentes métodos têm sido desenvolvidos para diminuir as perdas que ocorrem na pós-colheita, métodos esses que podem não só facilitar a chegada de frutas e hortaliças à mesa do consumidor, mas também permitir a exportação dos mesmos. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar, em forma de revisão bibliográfica, métodos para conservação de frutas e hortaliças como forma de reduzir as perdas que ocorrem na pós-colheita, bem como suas aplicações e estudos já realizados.

## 2. IMPORTÂNCIA DAS FRUTAS E HORTALIÇAS NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

A fruticultura hoje é um dos segmentos mais importantes da agricultura brasileira, respondendo por 25% do valor da produção agrícola nacional (LACERDA et al., 2014). Atualmente, o Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, ficando atrás apenas da China e Índia, sendo responsável por 5,3% do volume colhido e com uma produção de 41 milhões de toneladas, conseguindo suprir quase que integralmente sua demanda interna (FAO, 2012).

Tabela 1. Principais países produtores de frutas em 2012.

PAÍS	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (t)	(%) PRODUÇÃO
China	14.401.937	227.492.666	29,4
Índia	6.360.595	72.472.580	9,4
Brasil	2.442.786	41.023.611	5,3
Estados Unidos	1.221.109	29.244.549	3,8
Turquia	1.369.662	20.727.160	2,7
Demais 201 países	35.586.628	382.882.445	49,4
<b>Total</b>	<b>61.382.717</b>	<b>773.843.011</b>	<b>100</b>

Fonte: FAO (2012).

Segundo dados do IBGE, a produção brasileira de frutas aumentou 19%, entre 2001 e 2009, sendo a produtividade a principal responsável por esse incremento. O suprimento per capita, que é um reflexo do consumo de frutas, aumentou de 113 kg/hab/ano, em 2001, para 125 kg/hab/ano, em 2009, passando por um pico de 132 kg /hab/ano, em 2006.

A laranja, a banana e o abacaxi respondem por 66,3% da produção obtida pela fruticultura brasileira. A melancia, o coco, o mamão, a uva, a maçã, o maracujá e a manga completam a dezena das principais frutas produzidas e, somadas, as três primeiras contabilizam 91,1% das colheitas nos pomares brasileiros (IBGE, 2013).

O Brasil vem incrementando a produção e qualidade das frutas demonstrando seu potencial produtivo, entretanto, seus níveis de exportação ainda são baixos, se encontrando em 15º no ranking dos exportadores mundiais de frutas. Do total

produzido, 47% são consumidos in natura e 53% são processados (BRAZILIAN FRUIT, 2008).

Tabela 2. Principais frutas produzidas no Brasil em 2014.

<b>FRUTAS</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PRODUÇÃO (t)</b>	<b>Valor (mil reais)</b>	<b>(%) PRODUÇÃO</b>	<b>(%) VALOR</b>
Banana	487.902	7.138.437	5.296.614	18,02	23,14
Laranja	650.190	14.851.788	4.033.043	37,48	17,62
Uva	79.142	1.436.074	2.115.794	3,62	9,24
Abacaxi	64.673	3.407.701	1.935.858	8,60	8,46
Maçã	37.122	1.377.393	1.133.681	3,48	4,95
Demais	1.381.529	11.411.172	8.375.228	28,80	36,5
<b>Total</b>	<b>2.700.558</b>	<b>39.622.565</b>	<b>22.890.219</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IBGE (2014).

A horticultura brasileira, no decorrer dos últimos anos, também demonstrou seu potencial produtivo, e segundo levantamento da EMBRAPA, a produção brasileira de hortaliças cresceu 31% entre 2000 e 2011, movimentando em torno de R\$ 40,6 bilhões, incluindo o varejo (ABCSEM, 2010). Em 2009, o Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro foi contabilizado em R\$ 718 bilhões, onde as hortaliças tiveram participação de 3% (EMBRAPA, 2011). Apesar deste crescimento, a produção ainda é insuficiente, tanto para suprir a demanda interna quanto externa. Embora a exportação avançasse 14% entre 2000 e 2011, ainda é inexpressiva diante da produção e depende basicamente do desempenho do melão. Já a importação cresceu 118,7%, principalmente em batata inglesa, cebola e alho (CARVALHO et al., 2013).

Um aspecto peculiar da produção de hortaliças é que, a maior parte da produção (60%) está concentrada em propriedades de exploração familiar com menos de 10 hectares intensivamente utilizadas, tanto no espaço quanto no tempo. A maioria são culturas que demandam cuidados permanentes e diários, contribuindo também para evitar o êxodo rural, fazendo com que os produtores familiares permaneçam no campo. O agronegócio de hortaliças é um ramo da economia agrícola que possibilita a geração de grande número de empregos e estima-se que

cada hectare plantado com hortaliças possa gerar, em média, entre três e seis empregos diretos e indiretos. (MELO e VILELA, 2007).

Tabela 3. Principais hortaliças produzidas no Brasil em 2014.

<b>HORTALIÇAS</b>	<b>ÁREA (ha)</b>	<b>PRODUÇÃO (t)</b>	<b>VALOR (mil reais)</b>
Tomate	64.471	4.302.777	5.182.323
Batata	132.077	3.689.836	3.235.694
Melancia	94.929	2.171.288	1.241.369
Cebola	59.830	1.646.498	1.340.507
Melão	22.001	589.939	491.762
<b>Total</b>	<b>373.308</b>	<b>12.400.338</b>	<b>11.491.655</b>

Fonte: IBGE (2014).

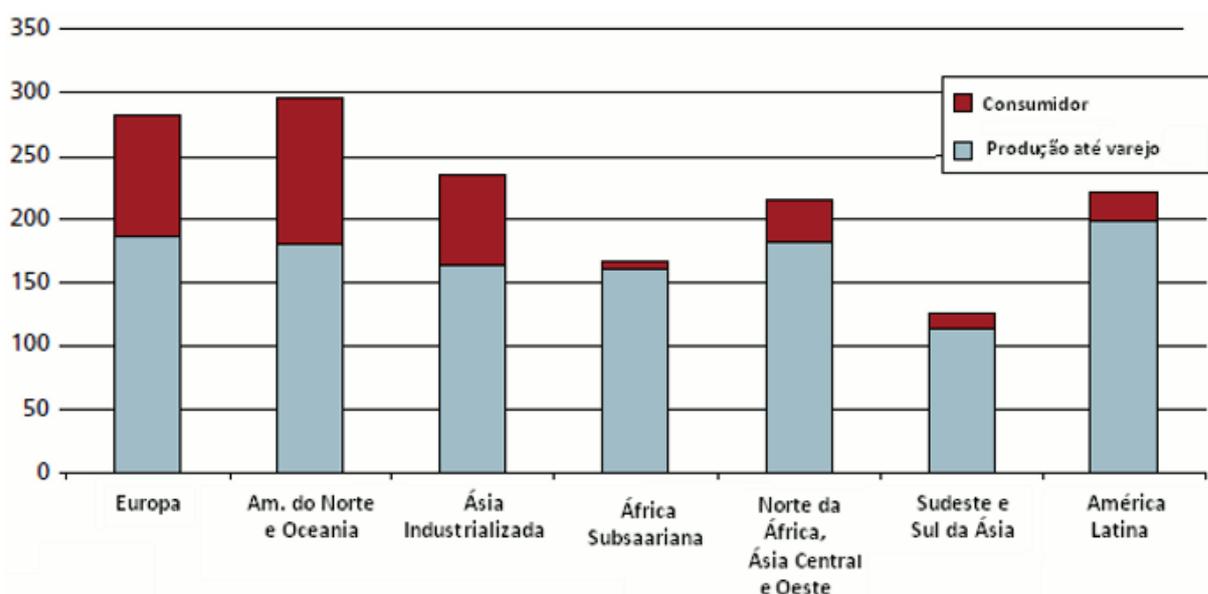
A Organização Mundial de Saúde (OMS) tem incentivado em todo o mundo campanhas de estímulo ao consumo de hortaliças e frutas. Esses alimentos são importantes para a composição de uma dieta saudável da população, já que apresentam uma densidade energética baixa e são ricos em micronutrientes, fibras e outros elementos fundamentais ao organismo. Entretanto, um fator desfavorável se observa tanto em frutas quanto em hortaliças, diferentemente de outros produtos agrícolas muito exportados, são extremamente perecíveis, e por este motivo, é necessária a utilização de tecnologias que proporcionem maior conservação e melhor armazenamento dos produtos, e principalmente, garantam sua qualidade ao consumidor final.

### 3. PERDAS NA PÓS-COLHEITA E SUAS CAUSAS

#### 3.1 PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Segundo a FAO (1981), perda é “alguma mudança na viabilidade, comestibilidade, salubridade ou qualidade do alimento que o impeça de ser consumido pelo povo”. Apesar do número crescente em produção de frutas e hortaliças, cerca de 20 a 30% não chega até a mesa do consumidor o que intimamente está associada à falta de tecnologia apropriada. Estas perdas ocorrem em toda a cadeia produtiva, porém, é na pós-colheita que se concentram os maiores prejuízos e são devidos, principalmente à embalagem, manuseio, transporte inadequados, técnicas de conservação incipientes e falta de seleção e padronização (SANCHES e LINO, 2009). Dados da Embrapa revelam que os níveis médios de perdas no Brasil atingem 35 a 40%, enquanto, por exemplo, nos Estados Unidos, não passam de 10%.

Gráfico 1. Perda ou desperdício de alimento per capita (kg/ano) no consumo e etapas pré-consumo em diferentes regiões do mundo.



Fonte: FAO, 2011.

Segundo CHITARRA e CHITARRA (2005), as perdas pós-colheita podem ser definidas como aquelas que ocorrem após a colheita em virtude da falta de comercialização ou do consumo do produto em tempo hábil; ou seja, resultante de danos à cultura, ocorridos após a sua colheita, acumulada desde o local da produção, somando-se aos danos ocorridos durante o transporte, armazenamento, processamento e /ou comercialização do produto vendável. As tecnologias aplicadas em pós-colheita de frutas e hortaliças buscam manter a qualidade através da aparência, textura, sabor, valor nutritivo, segurança alimentar e também reduzir perdas qualitativas e quantitativas entre a colheita e consumo. No entanto, perdas pós-colheita podem ocorrer em número expressivo e representam gasto de valiosos e escassos recursos utilizados na produção, como água e energia. As perdas pós-colheita têm importante significado nutricional, visto que frutas e hortaliças são fontes não só de carboidratos e proteínas, mas também de vitaminas e minerais. Além disso, produzir alimentos que não são consumidos leva a emissões desnecessárias de dióxido de carbono, além de perda do valor econômico dos alimentos produzidos (FAO, 2011).

### **3.2 FATORES QUE CAUSAM PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS**

Perdas pós-colheita variam muito entre produtos, áreas de produção e época de cultivo, além de estarem relacionadas com a colheita de frutos imaturos, controle inadequado de qualidade nas etapas da produção, incidência e gravidade de danos mecânicos, exposição a temperaturas inadequadas e demora no consumo. Os padrões de qualidade, preferências e poder de compra variam muito entre países e culturas e essas diferenças influenciam na comercialização e a magnitude das perdas pós-colheita (KADER e ROLLE, 2004).

As perdas podem ser classificadas em quantitativas (perda de água ou de matéria seca, como também perdas por manuseio inadequado e perdas acidentais), qualitativas (perdas no sabor, aroma, deterioração na textura e aparência) e nutricionais (redução de nutrientes em decorrência de reações metabólicas). Perdas qualitativas e nutricionais, valor calórico e aceitação pelos consumidores, são muito

mais difíceis de avaliar do que perdas quantitativas (CHITARRA & CHITARRA, 2005). De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) as causas das perdas são:

l) Causas primárias

a) Perdas fisiológicas normais, decorrentes de fatores endógenos metabólicos que ocorrem em todos os sistemas vivos.

- **Respiração:** o processo da respiração é primordialmente um processo oxidativo, que aumenta os níveis de dióxido de carbono e água, com liberação de energia. Após a colheita, o processo de respiração em frutos e hortaliças já não é tão eficiente, visto que não é suprido pelo processo fotossintético das folhas. No entanto, esses órgãos vegetais produzem energia na forma de calor, tecnicamente chamado de “calor vital”. Quanto mais rápido o produto respira e amadurece, maior é quantidade de calor gerado e menor é a vida de armazenamento. As perdas são maiores e a vida de armazenamento menor quando o produto é armazenado após a colheita em ambiente com temperatura elevada e sem refrigeração, visto que a taxa de respiração é mais elevada nas primeiras 24h após a colheita.
- **Transpiração:** está relacionado com a respiração, sendo o principal fator responsável pela perda de peso. Porém, a água não apresenta valor nutricional, sendo esse fator considerado apenas quando a perda de água, por transpiração, é suficientemente alta para afetar a aparência e aceitabilidade do produto como alimento. As perdas de peso associadas com as perdas transpiratórias de água podem, entretanto, ser de substancial importância econômica na comercialização, onde são usualmente referidas como murchamento. Perdas da ordem de 3 a 6% são suficientes para causar um marcante declínio na qualidade, muito embora produtos com 10% de perda de umidade ainda são comercializáveis. Quanto mais seco ambiente de armazenamento, maior será a perda de peso do produto.
- **Amadurecimento e senescência:** após a colheita, os frutos e hortaliças passam por uma série de transformações endógenas resultantes do metabolismo, que se refletem em várias mudanças nas suas características, tais como textura, cor, sabor e aroma, indicativos do processo de amadurecimento e posterior senescência. Esses produtos perecíveis devem

ser colhidos na maturidade adequada para apresentar boas condições de manuseio e armazenamento. Muitos tipos de raízes são mais suscetíveis às perdas quando colhidas imaturas, enquanto que frutos e hortaliças folhosas tornam-se mais suscetíveis com o avanço da maturação e amadurecimento. Também a evolução natural do etileno estimula as transformações endógenas, levando-os à senescência com perda da qualidade comestível e, conseqüentemente, com perdas na comercialização.

- Brotamento: o brotamento conduz a uma rápida transferência de matéria seca e água do órgão comestível para o broto, e, como consequência, ocorre perda de massa.

b) Perdas fisiológicas anormais, decorrentes de condições de estresse.

- Desordens fisiológicas: são respostas metabólicas dos tecidos vegetais a condições de estresse causadas por fatores diversos como desequilíbrio nutricional ou hídrico, temperatura, atmosfera de armazenamento entre outros, que têm condições incompatíveis com a fisiologia do produto. As desordens causadas por desequilíbrio nutricional ou por condições ambientais adversas no campo, usualmente, só manifestam os seus sintomas no armazenamento refrigerado ou após a retirada do produto desse armazenamento para ambiente normal.
- Temperatura elevada: a temperatura de armazenamento tem diferentes efeitos sobre a qualidade dos produtos perecíveis. Produtos armazenados sob temperaturas elevadas em geral têm seu metabolismo ativado, com elevada taxa de respiração, o que leva a redução dos teores de açúcares e/ou vitaminas, e conseqüente redução de sua vida pós-colheita.
- Baixa temperatura: o efeito danoso de baixas temperaturas (chilling) é observado no uso de refrigeração para armazenamento de produtos tropicais. O “chilling”, do mesmo modo que os danos causados por elevadas temperaturas, parece ser uma função de temperatura e período de exposição. Comumente envolve depressões na superfície, descoloração interna, colapso nos tecidos, aumento na suscetibilidade a doenças e qualidade reduzida, bem como mudanças bioquímicas. Enquanto produtos perecíveis temperados podem ser armazenados em

temperaturas levemente superiores a zero, maioria dos produtos tropicais é suscetível ao “chilling” em temperaturas superiores à zero (0°C), geralmente abaixo de 10°C.

- Umidade relativa: a umidade relativa excessivamente baixa pode provocar murchamento rápido de vegetais folhosos e enrugamento de frutos de textura macia, enquanto que elevados valores podem ser favoráveis ao desenvolvimento de patógenos. A umidade relativa ótima para armazenamento da maioria dos produtos perecíveis situa-se entre 85 e 95%.
- c) Perdas fitopatológicas: o ataque por micro-organismos tais como fungos, bactérias e, em menor extensão, vírus, é provavelmente uma das causas mais sérias de perdas pós-colheita dos produtos perecíveis. O padrão de ataque usualmente é uma infecção inicial por um ou vários patógenos (em geral como resultado direto da injúria mecânica), o qual pode, subsequentemente, ser potencializado por uma infecção secundária, decorrentes do ataque de micro-organismos saprófitos não específicos. Estes, embora sejam fracamente patogênicos, podem sobreviver em tecido doente ou morto, aí se instalando desde a infecção primária, aumentando os danos aos tecidos. Esses invasores secundários têm, portanto, um papel importante na patologia pós-colheita, por multiplicação e extensão do estrago iniciado pelo patógeno primário. Deve-se enfatizar que não só as injúrias mecânicas, como, também, as mudanças físicas e fisiológicas predispõe o produto perecível ao ataque de patógenos.
- d) Perdas por danos mecânicos: a injúria mecânica usualmente tem apenas um efeito fisiológico razoavelmente moderado. O ferimento ou especialmente o amassamento, conduz a um acréscimo na taxa respiratória, tida como responsável pela produção de certos compostos que oferecem resistência contra o ataque microbiológico, e aumenta a perda de matéria seca. A evaporação de água também fica aumentada. A evolução do etileno da parte ferida pode desencadear o amadurecimento dos frutos injuriados e/ou frutos saídos próximos. As injúrias mecânicas podem ocorrer em qualquer ponto da cadeia de comercialização, desde a colheita até o consumo. Aparecem sob a forma de abrasões, cortes, rupturas ou amassamentos, podendo ser

superficiais ou penetrar profundamente no produto, sendo o último de difícil identificação, pois a superfície externa pode permanecer na íntegra.

## II) Causas secundárias

São usualmente resultados da intervenção humana, como manuseio ou uso de tecnologias inadequadas ou insuficientes, conduzindo ao desenvolvimento de condições adequadas ou favoráveis às causas primárias de perdas. Podem ser sanadas pela aquisição de equipamentos apropriados, uso de boa tecnologia e bom controle de qualidade (CHITARRA & CHITARRA, 2005). São consideradas como causas secundárias de perdas:

- Condições inadequadas de colheita, embalagem e manuseio incorreto.
- Falta de contêineres adequados para o transporte e manuseio no carregamento e descarga.
- Transporte inadequado para condução do produto ao comércio.
- Uso de refrigeração ou armazenamento a frio inadequado.
- Sistemas de comercialização ou processamento tradicionais e deficientes.
- Legislação, onde a presença ou ausência de padrões legais podem afetar a eventual retenção ou rejeição de um alimento para uso humano.

Além de aspectos puramente qualitativos, é importante ressaltar-se as consequências econômicas das perdas pós-colheita em hortaliças, com a incorporação dos prejuízos ao preço final do produto ao consumidor, tornando o mais caro.

## **4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 ARMAZENAMENTO REFRIGERADO**

O calor é uma forma de energia encontrada em qualquer matéria. O termo “frio” é simplesmente uma forma de expressão, para um nível relativamente baixo de calor. No armazenamento sob-refrigeração, o produto é resfriado pela remoção do seu calor (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutos e hortaliças frescos. Os demais métodos de controle do amadurecimento e das doenças são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura. Métodos tais como controle ou modificação da atmosfera, uso de ceras na superfície dos produtos, entre outros, não produzem bons resultados se não forem associados ao uso de baixas temperaturas (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De um modo geral, quanto maior a temperatura, menor a vida útil de frutas e hortaliças, porque a velocidade das reações bioquímicas e do desenvolvimento de infecções é aumentada. A elevação da temperatura acelera o desenvolvimento e reprodução dos micro-organismos e aumenta a velocidade de transpiração, causando um aumento exponencial da respiração, que é o principal indicador do funcionamento metabólico vegetal. Por esse motivo, sob temperaturas elevadas, o produto se deteriora muito mais rapidamente do que quando armazenados sob refrigeração, na temperatura e na umidade recomendadas (EMBRAPA, 2011). A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por retardar o processo de maturação através da redução da atividade metabólica do vegetal; diminuir a atividade dos microrganismos; minimizar perda de água do vegetal e crescimento indesejável (brotamento, crescimento do caule, etc.) (CHITARRA & CHITARRA, 2005; EMBRAPA, 2014).

Existe uma temperatura específica para cada espécie de fruta e/ou hortaliça. Os melhores resultados de uma boa conservação são obtidos quando se utiliza essa temperatura sem flutuações na câmara fria. O empilhamento adequado e a

circulação de ar apropriada na câmara fria ajudam a diminuir as flutuações de temperatura (EMBRAPA, 2014).

Tabela 4. Temperaturas e umidade relativa (UR) recomendadas para o armazenamento comercial e o tempo de conservação para algumas frutas e hortaliças.

<b>PRODUTO</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>UR (%)</b>	<b>VIDA ÚTIL (dias)</b>
Abacaxi	7-13	85-90	14-28
Goiaba	5-10	90	14-21
Laranja	3-9	85-90	21-56
Manga	13	85-90	14-21
Uva	-1 a -0,5	90-95	30-180
Berinjela	8-12	90-95	7
Cenoura	0	98-100	210-270
Couve-flor	0	95-98	21-28
Pimentão	9-13	90-95	14-21
Tomate (verde-maturo)	13-21	90-95	7-21

Fonte: CHITARRA & CHITARRA, 2005.

A umidade relativa do ar também afeta a qualidade do produto. A umidade muito baixa produz a desidratação (murchamento) do vegetal. Pelo contrário, se for muito alta os problemas com as podridões aumentam. Para a maioria das frutas e/ou hortaliças recomenda-se alta umidade relativa do ar, em torno de 90-95%. Por outro lado, o ar deve ter uma velocidade ideal de circulação, para manter a temperatura uniforme. É importante que o empilhamento seja adequado para não bloquear a passagem do ar no interior da câmara fria. A temperatura recomendada para cada fruta e/ou hortaliça deve ser mantida na propriedade rural, no transporte e na comercialização (postos de venda), para assim manter da melhor forma a qualidade do vegetal (EMBRAPA, 2014).

O equipamento para refrigeração em geral, não é produzido para remover o calor do campo em grandes quantidades, devendo haver um local separado para tal. Os diferentes métodos comercialmente utilizados para o pré-resfriamento são os seguintes: resfriamento com água, resfriamento pelo vácuo, resfriamento com ar e

resfriamento com gelo (na embalagem). Existe variação entre os métodos, porém, todos visam à transferência rápida do calor do produto, para o meio de resfriamento, como a água, o ar ou o gelo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Castro e Cortez (2000) avaliaram tomates das variedades Santa Clara e Carmen com e sem classificação, acondicionados em 4 tipos de embalagem de papelão e submetidos à temperatura ambiente (24°C) e sob refrigeração a 7 e 13°C, verificando-se a variação da coloração, firmeza, aparência, sabor e perda de peso ao longo da armazenagem. Foi constatado que quanto maior a temperatura maior foi a perda de peso dos tomates de ambas as variedades. Os tomates armazenados a 13°C por 22 dias apresentaram valores equivalentes de coloração, firmeza e sabor que aqueles mantidos à temperatura ambiente por apenas 9 dias. Isso comprova a extensão da vida de prateleira do tomate com o uso da refrigeração (exceto para a temperatura de 7°C que provocou a injúria por frio).

Carlos et al. (2002) avaliaram a vida útil pós-colheita de melancia 'Crimson Sweet' submetida a diferentes temperaturas de armazenamento. Concluíram que a vida útil pós-colheita da melancia 'Crimson Sweet' foi de 25 dias sendo a melhor temperatura 10 °C, que manteve as aparências externa e interna com nota superior a 3,0 considerada comercial.

Mendonça et al. (2005) avaliaram a vida útil pós-colheita de melões Orange Flesh tipo Honey Dew, bem como características visuais, físicas e físico-químicas dos frutos na pós-colheita. Os frutos foram mantidos a uma umidade relativa de 90±5% e as temperaturas do ensaio foram de 5°C, 7°C e ambiente. Foram feitas avaliações em intervalos de sete dias determinando-se a firmeza da polpa, perda de massa, aparências externa e interna, conteúdo de sólidos solúveis, acidez total titulável e pH. Foi observada perda de peso e de firmeza da polpa mais acentuadas à temperatura ambiente. Os frutos armazenados às temperaturas de 5°C e 7°C, mantiveram qualidade comercial até aos 28 dias. Não houve nenhum efeito da temperatura sob o conteúdo de sólidos solúveis.

Nunes, C. J. Dos S. (2011) avaliou a vida útil e a qualidade da rúcula, cultivada no sistema orgânico, armazenada sob-refrigeração. Concluiu que o uso da refrigeração é eficiente para prolongar a vida útil da rúcula orgânica para 12 dias.

## 4.2 CONSERVAÇÃO PELO USO DA ATMOSFERA ARTIFICIAL

### 4.2.1 ATMOSFERA MODIFICADA

No armazenamento em atmosfera modificada, a atmosfera ambiental é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de  $\text{CO}_2$  proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de  $\text{O}_2$  diminua, à medida que o mesmo é utilizado pelo processo respiratório. Neste tipo de armazenamento, as concentrações de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  não são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto (BEZERRA, 2003). O objetivo deste método é reduzir a intensidade da respiração do produto e aumentar sua vida útil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Com a modificação das concentrações de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$  ao redor do produto a respiração do mesmo é diminuída, bem como a transpiração, biossíntese e ação do etileno. Também retarda o crescimento dos micro-organismos patogênicos e deteriorantes presentes, principalmente associado à refrigeração (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A diferença das frutas e vegetais para outros produtos perecíveis refrigerados embalados em atmosfera modificada é que essas continuam respirando após a colheita. Os produtos da respiração aeróbia são  $\text{CO}_2$  e o vapor de água, enquanto que os produtos da fermentação, tais como etanol, acetaldeído e ácidos orgânicos, são produzidos durante a respiração anaeróbia. Se o alimento está embalado em um filme impermeável, os níveis de  $\text{O}_2$  no interior da embalagem poderiam diminuir a concentrações muito baixas, iniciando-se a respiração anaeróbia, com o acúmulo dos produtos resultantes dessa respiração. O etanol, o acetaldeído e os ácidos orgânicos normalmente estão relacionados com odores e sabores desagradáveis e com a deterioração do produto. Assim, recomenda-se um mínimo de 2-3% de  $\text{O}_2$ . Se o filme possui alta permeabilidade, haverá pouca ou nenhuma modificação na atmosfera no interior da embalagem e a perda da umidade poderia provocar perda da qualidade das frutas e vegetais pelo murchamento e perda de frescor. Nesse caso, o filme indicado é de permeabilidade intermediária, que permite um equilíbrio na atmosfera (DAY, 1993).

De acordo com Church (1994), geralmente são utilizados três gases para modificar a atmosfera nos alimentos:  $O_2$ ,  $N_2$  e  $CO_2$ , cada qual possuindo uma função específica. A escolha da mistura de gases utilizada é influenciada pela microbiota capaz de crescer no produto, pela sensibilidade do produto ao  $O_2$  e ao  $CO_2$  e pela estabilidade da cor desejada. O  $O_2$  é responsável por muitas reações indesejadas nos alimentos, incluindo oxidação e rancificação de gorduras e óleos, rápido amadurecimento e senescência de frutas e vegetais, alterações na cor e deterioração ocasionada pelo crescimento de bactérias aeróbias. Graças aos efeitos negativos citados, o  $O_2$  é geralmente evitado em vários produtos, apesar de sua presença em pequenas quantidades ser necessária em frutas e vegetais, para permitir seus processos básicos de respiração aeróbia (FLOROS, 2005). O gás  $CO_2$  é o principal responsável pelo efeito bacteriostático. Este efeito é influenciado pela carga bacteriana inicial, pela temperatura de estocagem e pelo tipo de produto embalado. O  $N_2$  é um gás quimicamente inerte, insípido e usado como um gás de enchimento, substituindo o  $O_2$  como uma alternativa da embalagem a vácuo, visto que, por ser pouco solúvel em água e gordura, é utilizado para limitar o colapso da embalagem causado pela absorção do  $CO_2$  pelo produto. Além disso, retarda a rancificação oxidativa e inibe o crescimento de micro-organismos aeróbios (CHURCH, 1995).

Entre os filmes comumente empregados para modificar a atmosfera incluem-se: policloreto de vinila, polipropileno, poliestireno, nylon e o polietileno, em que as suas propriedades de barreiras dependem da espessura. O polietileno de baixa densidade é utilizado em vários plásticos por ser muito versátil, porém sua permeabilidade é moderadamente baixa para o vapor de água, mas alta para o  $O_2$ ; também apresenta um reduzido efeito de barreira contra os odores. Proporciona maior barreira aos gases e ao vapor de água do que o polietileno. O policloreto de vinila (PVC) é o filme termoformável mais utilizado para embalagens em atmosfera modificada, pois possui uma boa capacidade de barreira diante dos gases e moderada ante o vapor de água, além de excelente resistência a gorduras (GREENGRAS, 1993).

Dois tipos de sistemas de atmosfera modificada podem ser utilizados, de acordo com a disponibilidade de recursos tecnológicos:

- Atmosfera modificada passiva: é obtida quando os produtos são colocados na embalagem obtendo apenas ar, a qual é, então, selada e o controle das trocas gasosas é realizado através da própria embalagem. O ambiente desejado é atingido com a respiração do produto e as trocas gasosas com meio externo, através da embalagem. A composição da atmosfera interna irá depender permeabilidade da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto. O controle é feito através de materiais que tenham características de permeabilidade adequada, bem como pela temperatura de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).
- Atmosfera modificada ativa: é obtida realizando-se vácuo moderado e, em seguida, injetando-se na embalagem a mistura de gases desejada antes da selagem. Nesse caso, podem ser utilizados sistemas com baixas ou elevadas concentrações de O<sub>2</sub> em mistura com outros gases, como CO<sub>2</sub> ou N<sub>2</sub>. Absorvedores de gases podem ou não ser incluídos no interior da embalagem. A atmosfera de equilíbrio tende a se manter constante, desde que a taxa de permeabilidade a gases da embalagem seja compatível com a respiração do produto, não haja flutuações na temperatura e tampouco crescimento de micro-organismos no produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Calegaro et al. (2002) testaram a utilização de três composições iniciais de atmosferas (3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub>, 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> e do ar ambiente) com dois tempos de armazenagem (7 e 14 dias) a 0 °C, para a conservação de morangos (*Fragaria x ananassa Duch.*) cv. Oso Grande. As atmosferas com 3 kPa O<sub>2</sub> + 10 kPa CO<sub>2</sub> ou 5 kPa O<sub>2</sub> + 15 kPa CO<sub>2</sub> apresentaram bom potencial para a conservação dos frutos por até 7 dias. Os benefícios decorrentes da utilização dessas atmosferas foram a manutenção da firmeza da polpa, da coloração dos frutos, dos teores de açúcares totais, e de ácido ascórbico.

Jerônimo et al. (2007) avaliaram a conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins', durante o armazenamento em condições de temperatura ambiente, utilizando diferentes tipos de embalagens. Os tratamentos foram: frutos acondicionados individualmente em bandejas revestidas com filme plástico de cloreto de polivinila (PVC esticável), sem e com sachê de permanganato de

potássio; frutos acondicionados individualmente em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade confeccionado ou não com permanganato de potássio e frutos acondicionados, em grupos de 5, em caixas de papelão com tampa, revestidas internamente ou não, com filme plástico confeccionado com permanganato de potássio. Os frutos foram armazenados a temperatura ambiente média de 24,4 °C, 70% UR. Verificou-se que os melhores tratamentos de atmosfera modificada foram os acondicionados individualmente em bandejas de acetato transparentes, recoberta com o filme de PVC esticável, com ou sem permanganato de potássio (BA e BAP), pois contribuíram para prolongar a conservação dos frutos em 4 dias, em relação ao controle (sem embalagem), em condições de temperatura ambiente (média de 24,4 °C).

#### 4.2.2 ATMOSFERA CONTROLADA

O armazenamento pela atmosfera controlada consiste no prolongamento da vida pós-colheita de produtos, através da modificação e controle dos gases no meio de armazenamento. É uma técnica que complementa o armazenamento refrigerado, permitindo que, além da temperatura e da umidade relativa, controle as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, visto que o N<sub>2</sub> é um gás inerte, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido naturalmente pelas frutas. O uso de produtos químicos não é necessário para o estabelecimento deste método. O princípio básico é diminuir a percentagem de O<sub>2</sub> e aumentar de CO<sub>2</sub> (BEZERRA, 2003).

No armazenamento em atmosfera modificada, a atmosfera ambiental é geralmente alterada pelo uso de filmes plásticos, permitindo que a concentração de CO<sub>2</sub> proveniente do próprio produto aumente, e a concentração de O<sub>2</sub> diminua, à medida que ele é utilizado pelo processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações dos gases não são controladas, e variam com o tempo, a temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto. Portanto, a diferenças entre os dois métodos está no grau de controle das concentrações de gases. (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A utilização do método da atmosfera controlada no armazenamento deve ser bem analisada, não só economicamente, mas tecnicamente; havendo consciência de que existem muitas vantagens, mas também, algumas respostas negativas. Entre

os principais benefícios pode-se citar a inibição do início do amadurecimento, o retardamento do processo de amadurecimento, como também do início da senescência. Por outro lado, pode provocar desordens fisiológicas, principalmente aquelas provenientes da deficiência de  $O_2$  e excesso de  $CO_2$ , aumento da suscetibilidade a doenças e desenvolvimento de “flavor” desagradável. Necessita, portanto, de estudos tanto para a concentração adequada de cada gás para cada espécie ou cultivar, como também estudos de mercado. Em geral, a atmosfera controlada é benéfica para frutas e hortaliças que se deterioram rapidamente, e para aqueles que amadurecem após a colheita (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Rombaldi et al. (2002) avaliaram o efeito da atmosfera controlada sobre a conservação de pêssegos cultivar Chiripá e, em particular, no controle de lanosidade. As frutas foram armazenadas em dois sistemas: 1) ar refrigerado (AR) a  $0^{\circ}C \pm 0,5^{\circ}C$  e  $90 \pm 5\%$  de umidade relativa; 2) atmosfera controlada (AC) a  $0^{\circ}C \pm 0,5^{\circ}C$  e  $95 \pm 2\%$  UR, 1,5 kPa de  $O_2$  e 5 kPa de  $CO_2$ . As análises foram realizadas 24 horas e 72 horas após a retirada das frutas das câmaras frias, em cujo período foram mantidas a  $20^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ . A atmosfera controlada foi eficiente no controle de lanosidade, mantendo os pêssegos da cv. Chiripá em condições de comercialização por, no mínimo, 45 dias. Em ar refrigerado este período foi inferior a 30 dias e ocorreram perdas significativas na qualidade das frutas.

Santos et al. (2006) avaliaram os efeitos de diferentes concentrações de  $O_2$  e  $CO_2$  em banana Prata Anã em combinação com a refrigeração, durante 30, 35 e 40 dias de armazenamento. Foram utilizados frutos no grau 2 de maturação (verdes-maturos), armazenados à temperatura de  $12,5^{\circ}C (\pm 0,5^{\circ}C)$  e umidade relativa a  $98,0\% (\pm 1,0\%)$ . Os frutos foram subdivididos em diferentes condições de atmosfera controlada (AC) e grupo controle (atmosfera normal); a AC nas combinações 2 kPa de  $O_2$  + 4 kPa de  $CO_2$  e 3 kPa de  $O_2$  + 7 kPa de  $CO_2$  retardou o início do amadurecimento, baseando-se na cor da casca, durante 11 dias, enquanto a combinação 4 kPa de  $O_2$  + 10 kPa de  $CO_2$  retardou esse início durante 8 dias. A AC, independente das combinações de gases avaliadas, diminui a perda de massa, bem como retarda a conversão do amido a açúcares. A AC nas combinações 2 kPa de  $O_2$  + 4 kPa de  $CO_2$  e 3 kPa de  $O_2$  + 7 kPa de  $CO_2$  são mais eficientes no retardo do amadurecimento de banana Prata Anã armazenada a  $12,5^{\circ}C \pm 0,5^{\circ}C$  e  $98\% \pm 1,0\%$

UR, baseando-se nas mudanças de cor da casca e teor de amido, açúcares solúveis totais, açúcares redutores e não redutores.

### **4.3 CONSERVAÇÃO PELO CONTROLE DE UMIDADE**

#### **4.3.1 SECAGEM NATURAL**

A secagem natural tem por objetivo reduzir o conteúdo de água da fruta ou vegetal, interrompendo o processo natural de deterioração biológica, atividades bacterianas, transformação enzimática e oxidação, preservando suas principais características como: cor, aroma, sabor e textura (FEIDEN et al., 2015), através da exposição da matéria-prima por longos períodos à radiação solar (CORNEJO, 2003). É uma tecnologia que prolonga a vida útil do produto, além de ser de baixo custo, sendo apropriada para pequenos produtores (CRUZ, 1990). É indicada para regiões com temperatura média entre 35 °C e 40 °C, com boa taxa de radiação, alta circulação de ar, umidade do ar relativa do ar baixa e baixo índice de poluição, necessitando apenas de bandejas para desidratação e redes que protejam de insetos (CELESTINO, 2010).

Este método é muito lento e, quando utilizado, favorece a ocorrência de perdas de produto devido a contaminações de insetos e microrganismos, se cuidados especiais de manipulação e higiene não forem observados (CORNEJO, 2003). Os alimentos secos ao sol apresentam coloração mais intensa quando comparados aos desidratados artificialmente, entretanto, ocorrem maiores perdas nutricionais do que na desidratação sob condições controladas. A secagem natural também pode ser feita por secadores que possuem uma estrutura que permite uma maior proteção ao alimento, apresentando uma inclinação e um tampo de vidro que permite a absorção da radiação térmica (CELESTINO, 2010).

Este processo pode ser utilizado quando há um excedente na produção e o transporte do produto fresco para outros mercados seja inviável. Porém, para grandes quantidades o método não é recomendado, uma vez que depende de fatores não controláveis, como o clima (MACHADO, 2006).

Alessi et al. (2013) avaliaram o processo produtivo do tomate seco, a partir de mini-tomates Sweet Grape congelados, desidratados em secador solar e em estufa,

visando obter um alimento seguro do ponto de vista microbiológico, físico-químico, e sensorial. Os tomates foram secos até teores de umidade entre 35% e 50%, e observadas suas mudanças em relação aos tomates in natura e seu comportamento nos períodos de armazenamento 0, 30, 60 e 90 dias após processamento, verificando, assim, a sua estabilidade. Foi concluído que é possível chegar a uma temperatura ideal para secagem de tomates num secador solar, mas o tempo é maior que no desidratador convencional. Não houve alteração significativa nas avaliações físico-químicas do produto, comparando-se os processos de desidratação e secagem solar. A análise sensorial mostrou preferência para o produto obtido do secador solar em relação ao desidratado. Também o período de vida útil do produto obtido do secador solar foi preservado, tanto microbiologicamente, quanto suas características físico-químicas e sensoriais.

#### 4.3.2 LIOFILIZAÇÃO

A liofilização ou secagem a frio é o mais nobre processo de conservação de produtos conhecido, porque envolve os dois métodos mais confiáveis de conservação: o congelamento e a desidratação. O princípio usado é a sublimação (passagem do estado sólido para o gasoso). Inicialmente o alimento necessita ser congelado, a uma temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente é submetido a uma pressão negativa (vácuo). Nessas condições os micros cristais de gelo são evaporados sem romper as estruturas moleculares. O resultado final desse processo é um produto com uma estrutura porosa, livre de umidade e capaz de ser reconstituída pela simples adição de água (SILVA et al., 2015).

Este método é utilizado quando o material a ser seco não pode ser aquecido, mesmo com temperaturas baixas. Como uma regra, a secagem liofilizada é a que menos agride o material, produzindo um produto de melhor qualidade dentre todos os outros métodos. Entretanto, este método é muito caro, pois as taxas de secagem são baixas e usa-se o vácuo (ARVES e LIAPIS, 1987).

A liofilização tem sido empregada, principalmente, na desidratação de materiais com elevado custo comercial como as frutas tropicais. As frutas liofilizadas são usadas na preparação de sucos naturais substituindo as polpas congeladas; sabores e aromas naturais para bebidas; fitoterápicos em cápsulas ou em barras

vegetais; em iogurtes, bolos e sorvetes; mix práticos para viagens e passeios ecológicos e também como produtos cosméticos. Os legumes e hortaliças liofilizadas dão origem a inúmeros produtos, alguns deles de elevado consumo no Brasil como mix para sopas, temperos práticos, corantes naturais, produtos cosméticos, fitoterápicos em cápsulas e mastigáveis, molhos prontos ou semi-prontos e aditivos nutricionais (TERRONI et al., 2013).

Mata et al. (2005) avaliaram a obtenção de graviola em pó, submetendo a polpa de graviola a um processo de liofilização e em seguida a uma maceração em rolos cilíndricos de graduação variável. O material em forma de pó e em forma de polpa foi submetido a análises químicas para determinação de ácido ascórbico, açúcares totais e redutores, acidez total titulável, determinação dos sólidos solúveis totais e pH. A graviola em pó produzida foi, também, submetida a uma análise sensorial quanto aos aspectos de cor, sabor, aroma e aparência. Para comprovação de manutenção do sabor, o produto em pó foi reconstituído com água sendo elaborado um suco de graviola com os mesmos quantitativos de elaboração de um suco de graviola proveniente de uma fruta “in natura”. Desta forma pôde-se concluir que a graviola em pó obtida pelo processo de liofilização conserva em grande parte as suas características organolépticas, sensoriais (para o sabor as médias são iguais para o produto “in natura” e para o produto liofilizado recomposto; o aroma da graviola em pó liofilizada teve uma avaliação superior ao termo *Aroma Intenso* da fruta), no entanto os valores nutricionais foram alterados em virtude de o produto ter sofrido uma concentração.

Santos et al. (2012) avaliariam a influência dos processos de liofilização e secagem em leito fixo sobre os constituintes físico-químicos do coentro. As análises realizadas foram, umidade, atividade de água, cinzas, acidez, sólidos solúveis, pH, fenóis totais e carotenoides. Através dos resultados obtidos concluiu-se que ambos os processos ocasionam perdas significativas nos constituintes do produto que foi analisado, porém o processo de liofilização proporcionou uma menor perda se comparado ao processo de desidratação em leito fixo. No entanto, comparando somente os dois métodos entre si a desidratação em secador foi mais eficiente na retirada de água com 6,23% de umidade enquanto que a liofilização com 8,63%. Em relação à manutenção dos parâmetros físicos o produto liofilizado é mais atrativo, pois manteve a cor e a aparência mais próximas das do produto in natura.

Alberton (2014) buscou caracterizar a manga da variedade Tommy Atkins antes e após a liofilização. A fruta foi cortada em fatias quadradas (5 cm) com três espessuras diferentes (0,5; 1,0; 1,5 cm), congeladas em freezer a -22 °C e submetidas à liofilização. As frutas liofilizadas apresentaram significativa redução de sua atividade de água, atingindo valores de  $0,24 \pm 0,02$  (0,5 cm),  $0,278 \pm 0,009$  (1,0 cm) e  $0,23 \pm 0,02$  (1,5 cm), evidenciando a sublimação significativa da água livre do alimento. Esses valores de atividade de água tão reduzidos garantem o não crescimento microbiano e a não ocorrência de reações químicas e enzimáticas no produto devido à escassez de água livre. As frutas liofilizadas apresentam-se mais amarelas (menos vermelhas) que as frescas. Fato esperado, uma vez que a retirada da água modifica a coloração da fruta. As amostras apresentaram uma redução de 94,48 % (0,5 cm), 93,27 % (1,0 cm) e 91,81 % (1,5 cm) nos teores de vitamina C após a liofilização, que pode estar relacionada à formação de grandes cristais de gelo durante o congelamento, resultando em grande destruição do tecido celular e exposição do nutriente ao oxigênio, uma vez que o processo resulta em alta porosidade do produto final. A dureza das frutas liofilizadas mostrou-se proporcional à sua espessura, ou seja, quanto maior a espessura das fatias, maior a dureza. Concluiu-se que a liofilização foi eficiente para garantir o não crescimento microbiano no alimento, no entanto, resultou em severa redução no teor de vitamina C da manga e possivelmente uma redução no conteúdo de carotenoides.

#### **4.4 IRRADIAÇÃO**

Os alimentos irradiados são aqueles que foram tratados com determinados tipos de fontes radioativas para se obter propriedades convenientes, como por exemplo, ampliar a vida útil dos alimentos ao retardar a maturação de frutas e legumes e inibir o brotamento de bulbos e tubérculos. Desta forma, diminui as perdas pós-colheita e facilita a distribuição e comercialização de gêneros alimentícios. A técnica também elimina ou reduz a presença de parasitas, fungos, bactérias e leveduras nocivas ao homem, tornando os alimentos mais seguros sob o ponto de vista microbiológico. A irradiação pouco altera as características dos alimentos quando respeitada a dose máxima estabelecida para cada produto. O processo de irradiação, quando bem conduzido, não implica em danos ambientais

ou à saúde humana, sendo apoiado por instituições como a Organização Mundial de Saúde (OMS), Food and Agricultural Organization (FAO), U.S. Food and Drugs Administration e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) sempre embasados em trabalhos científicos que atestam a tecnologia como eficiente e segura (PEROZZI, 2007).

A radiação de alimentos tem por finalidade conservá-los protegendo-os contra ações microorgânicas e enzimáticas e facultar-lhes condições para sua melhoria e maior tempo de vida de prateleira. Os processos de radiação de alimentos têm os seguintes objetivos:

- Aumentar o tempo de vida útil
- Exercer ação equivalente à dos processos de pasteurização e esterilização.
- Complementar a situação de outros processos de conservação de alimentos
- Impedir o brotamento inconveniente
- Esterilizar ou destruir insetos infestantes
- Retardar o ciclo de maturação de frutas
- Facilitar o armazenamento de produtos estocados em baixas temperaturas (EVANGELISTA, 2005).

A irradiação de alimentos é um processo básico de tratamento comparável à pasteurização térmica, ao congelamento ou enlatamento. Este processo envolve a exposição de alimentos, embalados ou a granel, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios X ou feixe de elétrons, e embora a energia da radiação ionizante seja suficientemente alta para ionizar moléculas, não é suficiente para causar cisão de átomos e tornar o material radioativo (DERR, 2002). Nesse processo utiliza-se principalmente como fonte de radiação gama o isótopo Cobalto-60 (Co60). Outros tipos de radiações também podem ser aplicados como os raios X e elétrons acelerados, contudo, o Cobalto-60 é o mais utilizado comercialmente em todo mundo por sua disponibilidade, custo (CAMARGO, 2007).

A irradiação é chamada de "processo frio" porque a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante. Os produtos que foram irradiados podem ser transportados, armazenados ou consumidos imediatamente após o tratamento. A irradiação funciona pela interrupção dos processos orgânicos

que levam o alimento ao apodrecimento. A energia da radiação é absorvida pela água ou outras moléculas constituintes dos alimentos, com as quais entram em contato. A energia liberada através das radiações pode produzir ionização e excitação dos átomos e quebra de moléculas, formando íons e radicais livres altamente reativos, que poderão atacar moléculas de grande importância como o DNA da célula, causando inúmeros problemas à mesma. (JAY, 2005). No processo, são rompidas células microbianas, tais como bactérias, leveduras e fungos. Além disso, parasitas, insetos e seus ovos e larvas são mortos ou se tornam estéreis (OLIVEIRA et al., 2012). As enzimas são relativamente resistentes à irradiação; assim, alimentos irradiados podem apresentar atividade enzimática residual (ANDRESS et al., 2002), que pode ser minimizada por meio de refrigeração (ANDRESS et al., 2002).

A unidade internacional de medida de dose de radiação é o Gray (Gy); 1 Gy representa 1 J de energia absorvida por quilo do produto. A dose de radiação requerida para uma dada aplicação depende:

- Do tempo de exposição
- Da localização do produto em relação à fonte de radiação
- Das características do produto (massa, densidade, espessura, entre outras).

Cada tipo de alimento requer uma dose específica de radiação, para que se atinja o resultado desejado. Se a dose for menor que a adequada, o efeito de conservação pode não ser atingido; por sua vez, se a dose for excessiva, o alimento pode sofrer danos que o tornam inaceitável para consumo (LACROIX, 2005).

Dependendo da dosagem de radiações ionizantes, que são submetidos os alimentos, o processo é denominado:

- Radurização: técnica pela qual o alimento é submetido a baixas doses de radiação <1KGy. É indicado para inibir o brotamento da cebola, alho e batata e retardar a maturação natural de frutas e verduras.
- Radicação (radiopasteurização): consiste na exposição do alimento a quantidades intermediárias de radiação 1KGy a 10KGy. Utiliza-se essa técnica para controlar o crescimento de fungos e bactérias situadas na superfície de alimentos como peixes e carnes.

- Radapertização: Consiste no tratamento do produto com doses maiores de radiação, entre 10KGy a 45KGy. De acordo com o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia nuclear, esse processo é capaz de eliminar totalmente os microrganismos que decompõem os alimentos, produzindo efeitos muito parecidos com os da esterilização.

Neves et al. (2002) caracterizaram o comportamento da radiação gama, na conservação pós-colheita da nectarina cv. "Sunred". Os frutos foram colhidos no início do estágio de maturação, selecionados, limpos, pré-resfriados (4°C por 12 horas) e submetidos a diferentes doses de radiação gama, constituindo assim os tratamentos: 1 0,0 kGy, 2 – 0,2 kGy, 3 – 0,4 kGy, 4 – 0,6 kGy, 5 – 0,8 kGy, sendo armazenados posteriormente em câmara fria com temperaturas de 0°C e 90-95% de UR, por 28 dias. As análises foram realizadas a cada sete dias, determinando-se o aspecto visual dos frutos, a perda de massa fresca, a firmeza de polpa, a acidez total titulável (ATT), os sólidos solúveis totais (STT) e a razão STT/ATT. Após 28 dias de armazenamento, verificou-se que os frutos submetidos à dose de 0,4 kGy apresentaram o melhor aspecto visual, as menores perdas de massa fresca, e a maior firmeza de polpa, não ocorrendo, entretanto, variações significativas nos teores de acidez total titulável, sólidos solúveis totais e nos valores da razão SST/ATT.

Daiuto et al. (2009) avaliaram o efeito da radiação gama na conservação da qualidade pós-colheita de frutos de jaboticaba. Os frutos foram submetidos a diferentes doses de radiação gama (<sup>60</sup>Co): 0,0; 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2 kGy e acondicionados em embalagens de poliestireno expandido, revestidos com filme de polietileno, armazenados a 9 °C e UR 85-90% sendo avaliados a cada 5 dias. Num grupo controle foi avaliados, a vida de prateleira, perda de massa e respiração. Para o grupo destrutivo as análises foram: teor de sólidos solúveis, acidez titulável, textura, teor de vitamina C, pH, pectina total e solúvel e polifenoloxidase. A perda de massa aumentou com o período de armazenamento para todos os tratamentos. A vida de prateleira foi superior para os tratamentos 0,9 e 1,2 kGy, que também apresentaram um atraso no pico respiratório. Para os outros parâmetros avaliados as doses de radiação gama mais efetivas na conservação dos frutos foram 0,9 e 1,2 kGy..

No Brasil, a regulamentação em vigor é a estabelecida pela ANVISA em 2001 (Resolução RDC nº 21, de 26/01/2001). Segundo esta norma os alimentos podem ser tratados por radiação desde que a dose mínima absorvida seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima seja inferior à que comprometeria as propriedades funcionais ou atributos sensoriais do alimento. O órgão exige que na rotulagem conste a inscrição "alimento tratado por processo de irradiação" no painel principal. No caso de condimentos ou temperos irradiados, esta informação deve ser apresentada na lista de ingredientes. Tal resolução estabelece ainda que as instalações devem ser autorizadas e inspecionadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) (PEROZZI, 2007).

#### **4.5 OZONIZAÇÃO**

Consumidores cada vez mais conscientes estão exigindo produtos mais seguros e com menor impacto ao meio ambiente e à saúde humana (BEIRÃO-DA-COSTA et al., 2014). O processo de sanitização nas indústrias normalmente é realizado com o uso de cloro visto que este é um sanitizante relativamente fácil de aplicar e monitorar, além de apresentar um custo relativamente baixo, possuir amplo espectro de ação microbocida passando a ser o agente primordial para este fim (FREITAS-SILVA et al., 2013). Todavia, desde 1975 compostos clorados vêm sofrendo restrições quanto à sua utilização, devido à formação de subprodutos altamente tóxicos e cancerígenos, como os compostos organoclorados, trihalometanos (THMs) e ácidos haloacéticos, quando aplicados em materiais orgânicos (CHIATTONE et al., 2008). Por essas razões, diversas metodologias de descontaminação têm sido estudadas como alternativas para substituir o uso dos compostos clorados na sanitização de frutas e hortaliças (GUZEL-SEYDIM et al., 2004). Com isto, torna-se crescente a busca por sanitizantes alternativos que não gerem resíduos, surgindo a opção da utilização de ozônio como sanitizante de alimentos.

O ozônio é um produto seguro, não deixa resíduos nos alimentos e é um agente microbocida. Assim, investigações de sua atuação sobre uma grande variedade de micro-organismos, na forma de células vegetativas ou esporos, em ambientes industriais e também nos alimentos, têm despertado especial atenção de

pesquisadores em todo o mundo (CHIATTONE et al., 2008). Dentre as novas tecnologias no controle de pragas o ozônio pode tornar-se uma alternativa ecologicamente correta e economicamente viável no âmbito da manutenção e preservação da qualidade dos produtos de origem vegetal (ROZADO et al., 2008). No entanto, o ozônio não pode ser considerado universalmente benéfico aos alimentos, pois em altas concentrações pode promover perdas de nutrientes ou alterar a qualidade sensorial dos alimentos, resultando na produção de odor desagradável e alteração na coloração do alimento (KIM et al., 1999; SILVA et al., 2011).

Estudos têm sido realizados para definir o tipo de aplicação de ozônio, seja por fumigação ou imersão em água ozonizada; para isto, é necessário levar em consideração o binômio tempo x concentração diante da exposição do produto a ser tratado. Em algumas frutas (MLIKOTA-GABLER et al., 2010) e hortaliças (SELMA et al., 2007) esses estudos avaliam a eficiência da ozonização sobre infestações de microrganismos assim como seus efeitos sobre as propriedades dos produtos tratados, avaliando a qualidade final do produto para que parâmetros de qualidade e segurança sejam atingidos.

Grande parte das perdas pós-colheita pode ocorrer devido às infestações por insetos e o ozônio pode, na forma gasosa, atuar como agente fumigante passível de ser utilizado para desinfecção de alimentos em câmaras de armazenagem e durante o transporte. Esta aplicação pode ser realizada mesmo quando há altos índices de calor e umidade assegurando maior tempo de armazenamento e vida útil dos alimentos (CHIATTONE et al., 2008).

Em meio aquoso o ozônio se decompõe espontaneamente por um mecanismo complexo que envolve a formação de radicais livres de hidroxila, com meia vida, em água destilada, variando entre 20 a 25 minutos a 20 °C (O'DONNELL et al., 2012). A aplicação da água ozonizada se justifica para produtos que necessitam de uma etapa de lavagem durante o processo visto que o ozônio cumpre esta dupla função de limpeza e sanitização fitossanitária.

Uma das vantagens da utilização de água ozonizada em sistema de sanitização por lavagem é a ausência de resíduos deixados nos produtos alimentícios após o tratamento (KECHINSKI et al., 2012). Contudo, o efeito do ozônio parece ser altamente dependente do tipo de fruto sendo necessários estudos

para cada espécie de fruta e cultivar, com o objetivo de verificar as relações do binômio, dose adequada e tempo de exposição ao O<sub>3</sub>.

Costa, A. R. (2012) avaliou a eficácia do ozônio dissolvido em água para controle de antracnose em mamões, bem como verificar a influência desse tratamento nas características físicas e químicas dos frutos. Para a avaliação do efeito do ozônio no controle de antracnose, os frutos foram inoculados com suspensão de conídios de *Colletotrichum gloesporioides* e *C. magna*. Posteriormente procedeu-se à ozonização dos frutos em tanque com água contendo ozônio dissolvido na concentração de 0,8 mg L<sup>-1</sup>, pelos períodos de 40, 80, 120 e 160 min. Como controle foram utilizados frutos não ozonizados. Foi concluído que a aplicação do ozônio dissolvido na água, na concentração de 0,8 mg L<sup>-1</sup>, por até 160 minutos, é eficiente na diminuição da severidade de antracnose na pós-colheita de frutos de mamão Golden sem, entretanto, afetar negativamente a qualidade dos frutos.

Ribeiro, P. H. (2013) avaliou a eficácia do ozônio dissolvido em água no controle de bactérias do gênero *Erwinia* nas raízes de batata baroa, pela análise visual e pela atividade das enzimas pectinolíticas: pectinametilesterase e poligalacturonase, nos seus extratos durante o período de armazenamento; bem como o efeito do tratamento com ozônio nas características físico-químicas da batata baroa. Para a avaliação do efeito do ozônio no controle da *Erwinia*, as raízes colhidas e lavadas manualmente foram tratadas com ozônio dissolvido em água, na concentração de 1,52 mg L<sup>-1</sup>. O gás foi aplicado em fluxo contínuo, na vazão de 2 L min<sup>-1</sup>, em água destilada a 20 °C e as raízes mergulhadas após a saturação da água, nos períodos de exposição 10, 20, 30 e 90 min. Foi concluído que a aplicação do ozônio dissolvido na água na concentração de saturação de 1,52 mg L<sup>-1</sup> não foi eficaz no controle de bactérias do gênero *Erwinia* nas raízes de batata baroa, pelas análises visual e enzimáticas; e não afetou as características físico-químicas da batata baroa.

#### **4.6 CERAS E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS**

Uma alternativa para auxiliar na redução das perdas pós-colheita de alguns produtos frescos é a aplicação de cera em sua superfície, que apresenta grande

potencial de uso no armazenamento e transporte, com diversos benefícios. Muitas frutas desenvolvem uma camada de cera natural sobre sua epiderme, como por exemplo, maçã, uva, banana e manga, que pode ser sentida e observada como um pó sobre a superfície. Contudo, durante o manuseio, essa proteção natural é, em grande parte, removida. Assim, a aplicação de cera ajudaria a manter a qualidade do produto fresco, atuando como uma barreira que protege contra a entrada de micro-organismos, além de reduzir a perda de massa e evitar que o produto tenha alterações na aparência e textura (EMBRAPA, 2008). Além disso, as coberturas podem melhorar a aparência externa do produto, como algumas ceras que aumentam o brilho das frutas, sendo um atrativo para o consumidor, e podem incorporar pigmentos, aromatizantes, fungicidas, bactericidas, reguladores de crescimento e aditivos. As coberturas podem ser usadas em frutos e hortaliças, tanto in natura (inteiros) como minimamente processados, para melhorar ou substituir algumas funções realizadas pelas camadas da epiderme natural (EMBRAPA, 2008).

As coberturas devem apresentar as seguintes características: serem de fácil mistura e aplicação, aderirem e serem estáveis na superfície do produto, serem razoavelmente transparentes, serem atóxicas, não terem sabor, não possuírem propriedades de textura que possam depreciar a qualidade do produto e não favorecerem o crescimento de micro-organismos (ASSIS e FORATO, 2007).

Dentre os vários tipos de coberturas comestíveis, apenas alguns são utilizados comercialmente e normalmente são resultantes de misturas de componentes de base lipídica, na forma de emulsões, feitas à base de ceras naturais como carnaúba, candelilla, cera de abelha; ceras derivadas de petróleo como polietileno, parafina e PVA e óleos vegetais e minerais. Esses compostos normalmente são misturados com resinas (goma laca e colofônia), que conferem brilho e diminuem as trocas gasosas. As ceras, por sua vez, são misturas complexas de lipídeos não-polares e demais carboidratos, podendo ser classificadas de acordo com a origem: (1) origem animal: cera de abelha, cera de espermaceti; (2) de origem vegetal: cera de carnaúba, cera de cana de açúcar, cera de palma; e (3) de origem mineral e sintética: Ozoquerita, cera montânica e cera de polietileno. No caso das frutas e hortaliças cuja casca é consumida, como a maçã e o caqui, são utilizadas ceras comestíveis de origem vegetal como de carnaúba. Nos frutos cujas cascas não são utilizadas, como a laranja e a manga, podem ser utilizadas ceras sintéticas.

Tabela 5. Materiais usualmente empregados como revestimento e suas principais ações

<b>RECOBRIMENTO</b>	<b>PRINCIPAL AÇÃO</b>
Alginato	Redução de perdas de água
Caseína/ Monoglicérido acetilado Monoglicérido de ácido graxo	Barreira a gases; manutenção da cor
Amilose/amilopectina	Barreira a gases; melhora da cor e da firmeza e ação antifúngica
Zeínas	Barreira a gases; redução de perdas de água; ação antimicrobiana e manutenção da firmeza
Pectina	Barreira a gases; ação antifúngica e manutenção da firmeza
Lipídeos	Barreira a gases e redução de perdas de água
Carboximetilcelulose (CMC)	Barreira a gases e manutenção da cor
Albúmen de ovo	Manutenção da cor e redução do escurecimento
Proteína do soro do leite	Barreira a gases; redução de perdas de água e manutenção da cor
Proteínas de soja	Barreira a gases; redução de perdas de água e manutenção da firmeza
Cera de carnaúba	Barreira a gases; redução de perdas de água e diminuição da desidratação superficial
Cera de abelhas	Barreira a gases; redução de perdas de água e diminuição da desidratação superficial
Quitosana	Ação antimicrobiana; manutenção da cor e redução do escurecimento

Fonte: ASSIS et al., (2008).

As coberturas comestíveis podem ser, de uma forma geral, classificadas em hidrofílicas e hidrofóbicas. As hidrofílicas são aquelas processadas a partir de materiais caracterizados por elevada afinidade por água. Por sua vez, os revestimentos hidrofóbicos são geralmente à base de lipídeos ou proteínas e agem mais efetivamente como barreiras controladoras de umidade, e da permeação de oxigênio, dióxido de carbono, óleos e demais compostos voláteis, atuando

eficientemente contra a deterioração natural (EMBRAPA, 2008). Essas coberturas são barreiras efetivas para o vapor de água, proporcionam brilho aos frutos, porém não apresentam resistência estrutural e durabilidade quando utilizadas isoladamente (HARDENBURG, 1967).

Com a aplicação de revestimentos, tem-se a formação de uma cobertura com preenchimento parcial dos estômatos e das lenticelas, reduzindo-se, dessa forma, a transpiração e a respiração. Como o início do processo de maturação está estreitamente associado ao aumento na produção de etileno e considerando-se que o oxigênio é necessário para a sua produção, a redução da permeação do oxigênio para o interior do fruto gerará uma correspondente redução na produção de etilo (QI et al., 1999), o que permite, em princípio, prolongar a vida do fruto. Deve ser observado que uma redução significativa de oxigênio pode acarretar uma mudança para a respiração anaeróbica, resultando, ao longo do tempo, um aumento de metabolismos indesejáveis, principalmente a ocorrência de fermentação (SOLOMOS, 1997).

Silva et al. (2011) avaliaram o efeito da aplicação da cera comestível Megh Wax ECF-124 (18% de ativos, composta por emulsão de cera de carnaúba, tensoativo aniônico, preservante e água) em três diferentes concentrações, a saber, 25, 50 e 100%), na qualidade pós-colheita do caqui 'Fuyu' armazenado por 14 dias. Os resultados demonstraram que a aplicação da cera nas diferentes concentrações foi efetiva, principalmente na conservação da massa do caqui cv. Fuyu e manutenção da coloração externa. Os tratamentos 2 (concentração de 50%) e 3 (concentração de 100%) apresentaram os menores valores de perda de massa (3,05 e 3,18 %, respectivamente). O tratamento 1 (concentração de 25%) obteve maior perda de massa (4,05%) quando comparado aos tratamentos 2 e 3, mas menores perdas com relação à referência (5,68%), mostrando nesse caso que, quanto maior a concentração, menor a perda de massa. Observou-se que os frutos de referência apresentaram grande quantidade de descarte, com 56% no último dia, enquanto os tratamentos com aplicação com cera tiveram valores entre 12 e 24%, podendo, portanto, afirmar que a cera atuou na conservação dos caquis cv. Fuyu durante o armazenamento, conservando o aspecto externo do fruto.

Ramos et al. (2013) avaliaram a qualidade e a vida útil pós-colheita de frutos de goiaba, utilizando fécula de mandioca e cera de carnaúba. Os tratamentos

utilizados foram: testemunha, fécula de mandioca 1%, 2%, 3% e cera de carnaúba 50%. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em caixas de papelão e armazenados à temperatura ambiente. As análises foram: sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT, firmeza da polpa, pH e perda de massa. A aplicação de cera não causou diferenças significativas nas propriedades químicas avaliadas, bem como diferença significativa quanto à firmeza da polpa. Quanto à perda de massa, fécula de mandioca 3% e cera de carnaúba, foram os tratamentos que apresentaram os melhores resultados, ou seja, conferiram aos frutos uma menor perda ao longo do experimento. A fécula de mandioca a 3% e cera de carnaúba retardou o amadurecimento dos frutos e a película formada por estes produtos proporcionou melhor aspecto e melhor conservação, tornando o fruto mais atraente visualmente.

Chiumarelli e Ferreira (2006) avaliaram diferentes coberturas comestíveis sobre a qualidade pós-colheita do tomate de mesa, cultivas Débora, utilizando as seguintes coberturas: cera de carnaúba Fruit Wax H2 (18%), emulsão de resinas Fruit Wax M-AC (18%) e cera de carnaúba Megh Wax ECF-124 (18%). Após a limpeza e aplicação de ceras, os frutos foram armazenados a 12,5°C e 25°C e 90% de umidade relativa. O tratamento com Megh Wax ECF-124 proporcionou menor perda de massa e frutos mais firmes em ambas as temperaturas. A aplicação de cera contribuiu para uma diminuição na perda de massa e decréscimo no número de frutos descartados devido a danos físicos e podridões, sendo Megh Wax ECF-124 mais eficiente na manutenção da qualidade de tomates de mesa.

#### **4.7 USO DE EMBALAGENS**

Dentre as causas de perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Brasil, as mais significativas são o manuseio e uso de embalagens de forma inadequada e os consequentes danos mecânicos infringidos no produto. Portanto, a utilização adequada de embalagens desde a colheita até o consumidor final pode contribuir para a diminuição do elevado índice de perdas pós-colheita que ocorrem no país.

As duas principais funções da embalagem são evitar danos mecânicos (machucadura por impacto, amassamento por compressão, vibrações e abrasão) e agrupar o produto em unidades adequadas de forma que facilite o manuseio e a

comercialização (SHEPHERD, 1993). As embalagens devem desempenhar também outras funções, tais como proteger contra fatores ambientais, a saber, insolação e umidade; facilitar o transporte; levar informações ao consumidor; e facilitar o resfriamento rápido de seu conteúdo quando houver, sem que afete a continuidade do processo vital dos vegetais. As embalagens devem ser suficientemente fortes para suportar empilhamento e impacto no carregamento e descarregamento, sem injuriar produtos delicados. Algumas embalagens necessitam de forros, enchimentos, bandejas ou suportes para prevenir danos devidos ao contato com superfícies ásperas ou com o próprio produto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A escolha de embalagem deve levar em consideração o tipo de produto a ser transportado, tipo de dano que pode eventualmente sofrer, resistência e custo. Muitos materiais, tamanhos e formas são utilizados na confecção de embalagens, sendo mais utilizados aqueles menos dispendiosos ou mais adaptáveis aos procedimentos de manuseio (CHITARRA & CHITARRA, 1990). As embalagens não melhoram a qualidade dos produtos, de modo que apenas os melhores produtos devem ser embalados. Além gerar custos e lotes heterogêneos, o que pode prejudicar a comercialização, produtos infectados ou estragados podem servir como fonte de contaminação ou infecção para os sadios.

Embalagens de diferentes tipos para o acondicionamento de frutas e hortaliças têm sido fabricadas de madeira, papelão, plástico, juta e nylon. Dentre os principais tipos e os mais comuns, podem ser citados os seguintes:

- A) “Containers”: podem ser construídos de materiais naturais ou sintéticos e se diferenciam pelo formato e tamanho. Os principais “containers” são designados como caixas, que possuem formato quadrado ou retangular, com ou sem tampa, podendo ser construídas com madeira, papelão e plástico (CHITARRA & CHITARRA, 2005).
- Caixas de madeira: normalmente são utilizadas para acondicionamento e transporte de produtos ao mercado intermediário – atacadistas e varejistas. Possuem superfície áspera e são reutilizáveis, podendo provocar abrasões e transmitir micro-organismos. As principais caixas de madeira são caixa K (regulamentada para abobrinha, alcachofra, batata-doce, berinjela, beterraba, cará, cenoura, chuchu, ervilha, gengibre, inhame, jiló, mandioquinha-salsa, maxixe, pepino, pimentão,

pimenta, quiabo, tomate e vagem), que é reutilizada em média cinco vezes; caixa M, que é utilizada por aproximadamente um ano; torito; e engradado, também é reutilizável e é usado em hortaliças folhosas, hortaliças flores e hortaliças raiz com folhas.

- Caixas de papelão: permitem a estampa de marcas próprias e coloridas, melhorando a aparência e identificando o fornecedor do produto embalado. Normalmente não são reutilizáveis, o que pode onerar seu uso, apresentam baixa resistência à umidade, porém, não transmitem doenças. São mais utilizadas para embarques de longa distância, pois o custo do frete da embalagem retornável vazia é muito elevado.
- Caixas de plástico: são reutilizáveis e permitem lavagem e higienização. São de fácil transporte e resistentes, proporcionam ótima utilização do espaço para armazenagem e preservam os produtos de danos físicos causados pelas caixas de madeira ásperas. Permitem a ventilação dos produtos, tem vida útil bem superior e aumentam a segurança da carga pelos atributos de design.

B) Sacos: são embalagens flexíveis feitas de fibras naturais, como a juta, ou sintéticas, como o nylon. São usadas principalmente em produtos mais resistentes a danos, como batata e cebola, ou de baixo valor, principalmente para distribuição a curtas e medias distâncias. São embalagens de baixo custo e muito utilizadas, mas que não protegem o produto e em muitos casos provocam ferimentos no vegetal.

Castro et al. (2001) avaliaram cinco tipos de embalagens (duas plásticas, duas de papelão ondulado e a caixa K de madeira) quanto à proteção fornecida ao tomate variedade Santa Clara durante seu transporte e manuseio. Os tomates foram armazenados à temperatura ambiente por 7 dias, até atingirem 100% de coloração vermelha. Os resultados mostraram que os tomates localizados na parte inferior das caixas foram os mais prejudicados e que as ripas de madeira, ásperas e distantes entre si, assim como os pregos da caixa K, foram responsáveis pelos danos mais significativos. As avaliações apontaram a embalagem de papelão ondulado de menor tamanho como a de maior proteção contra injúrias mecânicas nos tomates.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os métodos de conservação apresentados neste trabalho, sem dúvida, podem e muito exercer com sucesso o objetivo proposto: conservar frutas e hortaliças, aumentando assim, sua vida útil. Entretanto, pesquisas ainda necessitam ser feitas e de todas as formas possíveis, sejam elas de natureza científica e técnica, como por exemplo, quais são as condições ideais necessárias para que um método seja eficaz para determinada cultura, pois existem muitas delas que ainda não foram estudadas ou possuem embasamento científico escasso; como também estudos de mercado, sejam eles de aceitabilidade do produto tratado pelo consumidor, ou até mesmo se o custo do método de conservação utilizado onera o produto de tal forma que prejudique sua comercialização. É necessária, também, a difusão desses métodos de forma a educar o consumidor final, desmistificando ideias que muitas vezes, pela falta de informação, impede o consumo dos produtos. Por último, a conscientização do produtor e de toda a cadeia logística acerca desses métodos é de extrema importância, pois cada etapa, desde a pré-colheita até a pós-colheita, precisa conhecer e entender os benefícios dos métodos de conservação, de forma que haja interação entre as etapas para que o produto final seja de qualidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM. **Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas**. 2010. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/>>.

ALBERTON, A. C. M. **Caracterização da Manga Tommy Atkins in natura e após a Liofilização**. TCC. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira, 2014.

ALESSI, E. S.; CARMO, L. F.; SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F. **Processo produtivo de tomate seco obtido em secador solar e em estufa, a partir de mini-tomates congelados**. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná - v. 07, n. 02: p.1049-1061, 2013.

ANDRESS, E. L.; DELAPLANE, K. S.; SCHULER, G. A. **Food irradiation**. Disponível em: <http://www.food-irradiation/florida.htm>

ARVES, B. H.; LIAPIS, A. I. **The modeling and analysis of the elution stage of bioespecific adsorption in fixed beds**. Biotechnology and bioengineering, New York, v.30, n.5, p.638-649, 1987.

ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A. A pesquisa em filmes comestíveis na Embrapa Instrumentação Agropecuária. In: WORKSHOP DA REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO, 3., 2007, Londrina, PR. **Anais do III Workshop da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. p. 53-55.

BEIRÃO-DA-COSTA, S.; MOURA-GUEDES, M. C.; FERREIRA-PINTO, M. M.; EMPIS, J.; MOLDÃO-MARTINS, M. **Alternative sanitizing methods to ensure safety and quality of fresh-cut kiwifruit**. *Journal of Food Processing and Preservation*, v.38, p.1-10, 2014.

BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de Frutos** - Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26p. il.; 21 cm (Embrapa Amapá. Documentos, 51).

BRAZILIAN FRUIT. **Programa de Promoção das Exportações das Frutas Brasileiras e Derivados**, 2008.

CALEGARO, J. M.; PEZZI, E.; BENDER, R. J. **Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 37, n. 8, p. 1049-1055, ago. 2002.

CAMARGO, A. C. - **Princípios da Irradiação**. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/irradiacao/principios.htm>

CARLOS, A. L. X.; MENEZES, J. B.; ROCHA, R. H. C.; NUNES, G. H. DE S.; SILVA, G. G. DA. **Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes temperaturas de armazenamento**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.1, p.29-35, 2002.

CARVALHO, C. de; et al. **Anuário brasileiro de hortaliças** – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 88 p., 2013.

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B. **Aplicação da refrigeração na conservação pós-colheita do tomate**. Encontro De Energia No Meio Rural, 3., 2000, Campinas.

CASTRO, L. R.; CORTEZ, L. A. B.; JORGE, J. T. **Influência da embalagem no desenvolvimento de injúrias mecânicas em tomates**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 21(1): 26-33, jan.-abr. 2001.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de secagem de alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

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

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. rev. e ampl. – Lavras: UFLA, 2005.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M. D. **Qualidade pós-colheita de tomates 'Débora' com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento**. Horticultura Brasileira 24: 381-385, 2006.

CHURCH, I. J.; PARSONS, A. L. **Modified atmosphere packaging technology: a review**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 67, p. 143-152, 1995.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem como método de conservação de frutas**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003.

COSTA, A. R. DA. **Ozônio como agente fungicida na pós-colheita do mamão (*Carica papaya* L.)**. Viçosa, MG, 2012.

CRUZ, A. C. **Desidratação de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Globo, 1990.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; MORAES, M. R.; EVANGELISTA, R. M. **Conservação pós-colheita de frutos de jabuticaba por irradiação**. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 10, núm. 1, 2009, pp. 36-44.

DAY, B. P. F. **Frutas y hortalizas**. In: PARRY, R. T. Envasado de los alimentos em atmosfera modificada. Madrid: A. Madrid Vicente, 1993. p. 133-154.

DERR, D. D. **Food irradiation: the basics**. Disponível em: <http://www.food-irradiation.com/basics.htm>

EMBRAPA. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>. Embrapa Clima Temperado.

EMBRAPA. **Pós-colheita de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, 2011.

EMBRAPA. **Colheita e Beneficiamento de Frutas e Hortaliças.** / Marcos David Ferreira editor. – São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. 144 p.

EVANGELISTA, J. **Alimentos, um estudo abrangente.** São Paulo: Atheneu, 2005.

FAO. **Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.** Estatísticas FAO, 2012.

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

FLOROS, J. D.; MATSOS, K. I. **Introduction on modified atmosphere packaging.** In: HAN, J. H. Innovations in food packaging. 2005.

GREENGRASS, J. **Films para envasado en atmósfera modificada.** In: PARRY, R.T. Envasado de los alimentos em atmosfera modificada. Madrid: A. Madrid Vicente, 1993. p. 79-118.

GUZEL-SEYDIMA, Z. B.; GREENEB, A. K.; SEYDIMA, A. C. **Use of ozone in the food industry.** Food Science and Technology, v.37, p.453-460, 2004.

HARDENBURG, R. E. **Wax and related coatings for horticultural products: A bibliography.** Agricultural Research Service Bulletin, Washington, n. 15 p. 51-55, 1967.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estatísticas IBGE, 2013. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estatísticas IBGE, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JERONIMO, E. M.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C. DE; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. DE C. **Conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas sob atmosfera modificada**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, jul./set. 2007.

KADER, A. A.; ROLLE, R. S. **The Role of Post-harvest Management in Assuring the Quality and Safety Horticultural Crops**. Food and Agriculture Organization. Agricultural Services Bulletin 152, 52 p, 2004.

KECHINSKI, C. P.; MONTERO, C. R. S.; GUIMARÃES, P. V. R.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C.; BENDER, R. J. **Effects of ozonized water and heat treatment on the papaya fruit epidermis**. Food and Bioproducts Processing, v.90, p.118-122, 2012

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, p.1071-1087, 1999.

LACERDA, M. A. D.; LACERDA, R. D.; ASSIS, P. C. O. **A participação da fruticultura no agronegócio brasileiro**. REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA, 2014.

LACROIX, M. Irradiation of foods. In: SUN, D. W. **Emerging technologies for food processing**. London, GB: Elsevier, 2005. p. 354-386.

MACHADO, C. M. M. **Processamento de hortaliças em pequena escala**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; & OLIVEIRA, C. C. A. **Obtenção de Graviola em pó pelo processo de Liofilização**. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 7(2),165-172, 2005.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Brasília: Mapa, p. 1 – 11, 2007.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V. A.; NUNES, G. H. S.; SOUZA, P. A. S.; MENDONÇA JÚNIOR, C. F. **Armazenamento refrigerado de melão Orange Flesh**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.15-18, jan.-mar. 2005.

MENDONÇA, F. V. S.; MENEZES, J. B.; GOIS, V. A.; NUNES, G. H. S.; SOUZA, P. A. S.; MENDONÇA JÚNIOR, C. F. **Armazenamento refrigerado de melão Orange Flesh**. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.23, n.1, p.15-18, jan.-mar. 2005.

MLIKOTA-GABLER, F.; SMILANICK, J. L.; MANSOUR, M. F.; KARACA, H. **Influence of fumigation with high concentrations of ozone gas on postharvest gray mold and fungicide residues on table grapes**. *Postharvest Biology and Technology*, v.55, p.85-90, 2010.

NEVES, L. C.; MANZIONE, R. L.; VIEITES, R. L. V. **Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus persica* var. *Nucipersica*) frigoconservada**. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 3, p. 676-679, Dezembro 2002.

NUNES, C. J. DOS S. **Qualidade e vida útil da rúcula orgânica armazenada sob-refrigeração**. Rio Branco, AC, 2011. Disponível em: <

<http://www.ufac.br/portal/unidades-academicas/pos-graduacao/mestrado-em-agronomia-producao-vegetal/dissertacoes/turma-de-2009/CarineJeisadosSantosNunes.pdf>>

O'DONNELL, C.; TIWARI, B. K.; CULLEN, P. J.; RICE, R. G. **Ozone in food processing**. 1.ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. 298p

OLIVEIRA, K. C. F.; SOARES, L. P.; ALVES, A. M. **Irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes**. Saúde & Amb. Rev., Duque de Caxias, v.7, n.2, p.52-57, jul-dez 2012.

PEROZZI, M. **Irradiação: tecnologia boa para aumentar exportações de frutas**. *Inovação Uniemp* [online]. 2007, vol.3, n.5, pp. 42-44. ISSN 1808-2394.

QI, L.; WU, T.; WATADA, A. E. **Quality changes of fresh-cuthoneydew melons during controlled atmosphere storage**. Journal of Food Quality, Wastport, n. 22, p. 513–521, 1999.

RAMOS, A. R. P.; BARBOSA, A. C. DE S.; SILVA, E. F. DA; SOUZA, E. M. DE; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Conservação de goiaba cv. 'paluma' com utilização de biofilme comestível**. Cascavel, v.6, n.3, p.143-154, 2013

RIBEIRO, P. H. **Utilização do ozônio como fitossanitário na conservação pós-colheita da batata baroa**. Viçosa, MG, 2013.

ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A.; PARUSSOLO, A.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M. R.; GIRARDI, C. L.; CANTILLANO, R. F. F. **Armazenamento de pêssegos (*Prunus persica* L.), cultivar Chiripá, em atmosfera controlada**. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n.1, p.43-47, 2002.

ROSENBLOOM, B. **Canais de marketing: uma visão gerencial**. São Paulo: Atlas, 2002.

ROZADO, A. F.; FARONI, L. R. A.; URRUCHI, W. M. I.; GUEDES, R. N. C.; PAES, J. L. **Aplicação de ozônio contra *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum* em milho armazenado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.12, p.282-285, 2008.

SANCHES, J.; LINO, A. C. L. **Uso de imagem digital para seleção e classificação de frutas e hortaliças.** 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_1/imagem/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/imagem/index.htm)>.

SANTOS, C. M. S.; VILAS BOAS, E. V. DE B.; BOTREL, N.; PINHEIRO, A. C. M. P. **Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana Prata Anã.** Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 2, p. 317-322, mar./abr., 2006

SANTOS, G.; OLIVEIRA, M. DA C.; MORAES, M. H.; PAGANI, A. A. C. **Estudo comparativo do coentro (*Coriandum sativum* L.) seco obtido em diferentes métodos de secagem.** Revista GEINTEC. São Cristóvão/SE - Vol. 2/n. 3/ p.236-244, 2012.

SCRAMIN, J. A.; BRITTO, D.; ASSIS, O. B. G.; COLNAGO, L. A.; FORATO, L. A. **Surface wetting and DMA characterization of zein/oleic acid based films.** ISNaPol, 6., 2007, Gramado, RS.

SELMA, M.; BELTRAN, D.; ALLENDE, A.; GIL, M. I. **Elimination by ozone of *Shigella sonnei* in shredded lettuce and water.** Food Microbiology, v.24, p.492-499, 2007.

SHEPHERD, A. W. **A guide marketing costs and how to calculate them.** Rome: FAO/Agricultural Support System Division/Marketing and Rural Finance Service, 1993.

SILVA, E. S.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, A. V.; COSTA, R. DE O. **Secagem de Grãos e Frutas: Revisão Bibliográfica**. Revista Brasileira de Agrotecnologia. Garanhuns – PE. v.5,n.1,p. 19-23, 2015.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia dos alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2000.

SILVA, S. B.; LUVIELMO, M. M.; GEYER, M. C.; PRÁ, I. **Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos**. Ciências Agrárias, v.32, p.659-682, 2011.

SOLOMOS, T. **Principles underlying modified atmosphere packaging**. In: WILEY, R. C. (Ed.). Minimally processed refrigerated fruits & vegetables. New York: Chapman and Hall, 1997. p. 183-225.