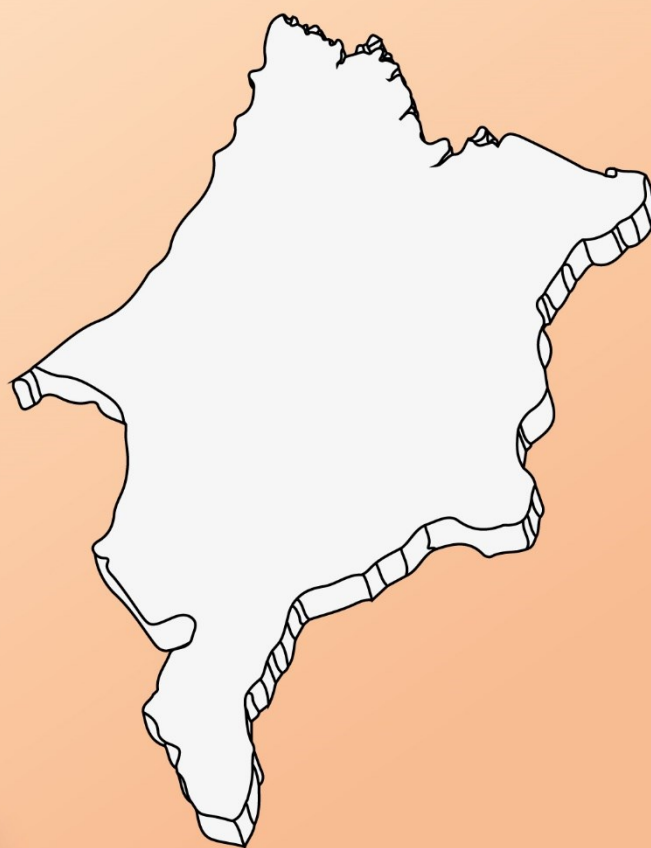


# PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS NO MARANHÃO

## ESTIMATIVAS, CAUSAS, IMPACTOS E SOLUÇÕES



EDMILSON IGOR BERNARDO ALMEIDA  
GREGORI DA ENCARNAÇÃO FERRÃO  
JORDÂNIO INÁCIO MARQUES  
WASHINGTON DA SILVA SOUSA

**ORGANIZADORES**

EDMILSON IGOR BERNARDO ALMEIDA

GREGORI DA ENCARNAÇÃO FERRÃO

JORDÂNIO INÁCIO MARQUES

WASHINGTON DA SILVA SOUSA

**PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E  
HORTALIÇAS NO MARANHÃO:  
ESTIMATIVAS, CAUSAS, IMPACTOS E  
SOLUÇÕES**

São Luís



**EDUFMA**

2020

Copyright © 2020 by EDUFMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Natalino Salgado Filho  
Reitor  
Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos  
Vice-Reitor

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira  
Diretor

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira  
Profa. Dra. Franciele Monique Scopeto dos Santos  
Prof. Dr. André da Silva Freires  
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni  
Prof. Dr. Jadir Machado Lessa

**Revisão**

Profa. Ma. Marineide Cavalcanti Arruda  
Profa. Dra. Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos

**Projeto Gráfico**

Tiago Vieira da Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções / Organização: Edmilson Igor Bernardo Almeida... [et al.]. — São Luís: EDUFMA, 2020.

160 p.

ISBN: 978-65-86619-34-8

1. Frutas e hortaliças- Perdas pós-colheita- Maranhão. 2. Frutas e hortaliças- Maranhão. I. Ferrão, Gregori da Encarnação. II. Marques, Jordânio Inácio. III. Sousa, Washington da Silva IV. Título.

CDD 631.5  
CDU 635.1/.8(812.1)

Elaborada por Neli Pereira Lima— CRB-13/600

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo fomento financeiro concedido no Edital Universal FAPEMA 31/2016, Protocolo 960/17; e às bolsas de iniciação científica BIC 05513/16, BIC 04669/17, BIC 05768/18 e BIC 05690/18.

À Universidade Federal do Maranhão pela concessão de bolsas de Iniciação Científica no Edital Enxoval 06/2015 e Editais PIBIC, quotas 2016/2017, 2017/2018.

Aos 407 estabelecimentos comerciais que se disponibilizaram a contribuir com a pesquisa.

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia (NEPF) e colaboradores que não mediram esforços durante o planejamento, condução dos experimentos e coleta de dados.

## PREFÁCIO

É com imensa satisfação que apresentamos este livro intitulado “Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções”, que foi elaborado para fornecer informações sobre as potencialidades e limitações do Maranhão, no segmento hortifrúti. Semelhante a outros estados brasileiros, especialmente das regiões Norte e Nordeste, observam-se graves limitações na autossuficiência produtiva, infraestrutura de serviços e transportes, e qualidade dos produtos comercializados, especialmente em cidades interioranas. Imagina-se que isso contribui para o aumento de prejuízos no segmento e propicia adoção de preços mais altos, os quais possivelmente impactam no bem-estar de comerciantes e consumidores de frutas e hortaliças.

Embora seja um tema relevante com reflexos diretos sobre os indicadores socioeconômicos e ambientais, os levantamentos de perdas pós-colheita são bastante incipientes no Maranhão. Assim, para retratar a realidade de forma mais contextualizada, procedeu-se com um estudo de caso em 27 cidades maranhenses, inseridas em três distintas mesorregiões, entre os anos de 2016 e 2019. Bem como, abordaram-se aspectos conceituais numa atualizada revisão sobre o segmento hortifrúti, perdas pós-colheita, impactos econômicos das perdas, principais doenças pós-colheita, gestão ambiental de resíduos orgânicos e soluções tecnológicas para mitigação de perdas.

Os resultados apresentados, a partir do capítulo 8, advêm de exaustivas pesquisas conduzidas pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia e colaboradores, que culminaram em inúmeros trabalhos de conclusão de curso e publicações de artigos científicos, os quais auxiliaram na formação de recursos humanos capacitados com os desafios regionais e elencaram o Maranhão no cenário nacional e/ou internacional quanto aos inéditos aspectos abordados.

Espera-se que esta obra possa auxiliar na capacitação e conscientização dos envolvidos no segmento hortifrúti, como também no aprimoramento da formação de estudantes e profissionais da área de Agronomia, particularmente a Pós-Colheita. Para isso, a publicação foi elaborada de forma multidisciplinar por 39 colaboradores e 04 organizadores, vinculados a 11 instituições de ensino diferentes, cujas parcerias interinstitucionais propiciaram sucesso na obtenção de perspectivas inéditas para o Maranhão.

Prof. Dr. Edmilson Igor Bernardo Almeida  
Curso de Agronomia, CCAA, UFMA.  
Julho de 2020.

## SOBRE OS ORGANIZADORES

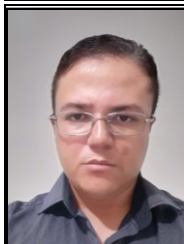


**Edmilson Igor Bernardo Almeida:** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Mestrado e Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Pós-Doutorado pela Embrapa Roraima/UFRR. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em fisiologia e perdas pós-colheita, manejo de plantas daninhas, ecofisiologia vegetal, nutrição mineral e propagação de plantas. É Professor Adjunto C do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde ministra as disciplinas de Biologia e Controle de Plantas Invasoras, Deontologia e Receituário Agrônomo, Olericultura e Pós-colheita da Produção Agrícola. É membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (Mestrado), CCAA, UFMA, no qual ministra as disciplinas de Estatística (obrigatória) e Ecofisiologia Vegetal (optativa). É idealizador e Coordenador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia (NEPF).



**Gregori da Encarnação Ferrão:** Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria (2003), Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'/USP (2006) e Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP (2013).

Lotado, desde 2013, na Coordenação do Curso de Agronomia, coordenou o curso de Agronomia de 04/2016 a 04/2018. Atualmente é Professor Adjunto IV, Coordenador de Estágio obrigatório e não obrigatório do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão e Conselheiro na Câmara Especializada de Agronomia (CREA-MA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Nutrição Mineral de Plantas, Solos e Fisiologia Vegetal.



**Jordânio Inácio Marques:** Graduação em Engenharia Agrícola (2014) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com Mestrado (2016) e Doutorado (2019) em Engenharia Agrícola na área de concentração em Construções Rurais e Ambientância, também pela UFCG, onde desenvolveu pesquisas básicas e aplicadas, envolvendo avaliação e modelagem matemática de sistemas biológicos e identificação de padrões nas respostas fisiológicas de animais submetido a condições de estresse térmico. Atualmente é

Professor Adjunto A do Curso de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), *Campus* de Chapadinha-MA, onde leciona as disciplinas de Automação e Processos Agrícolas, Eletrotécnica, Instalações Elétricas e Eletrificação Rural e Elementos de Máquinas.



**Washington da Silva Sousa:** Graduação em Bacharelado em Física pela Universidade Federal do Piauí (2006), Mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (2009) e Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (2014). Realizou o Pós-Doutorado na Universidade de São Paulo, Instituto de Física de São Carlos (2015). Tem experiência na área de Física, com ênfase em Eletrônica Orgânica com dispositivos poliméricos, atuando,

principalmente, nos seguintes temas: Células eletroquímicas poliméricas emissoras de luz e condução elétrica em sistemas desordenados. Recentemente, tem trabalhado com tecnologia aplicada à área agrícola. Atualmente é Professor Adjunto C do Curso de Engenharia Agrícola no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão.

## COLABORADORES

- Amanda Miranda de França** – Estudante do Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Armazenamento de produtos vegetais e Automação Agrícola.
- Ana Karoline Viana Martins** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Manejo de Plantas Daninhas, Grandes Culturas e Pós-Colheita de frutas e hortaliças.
- Ana Nayara Santana Sousa** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com enfoque em Agricultura Familiar.
- Antonio Gabriel da Costa Ferreira** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com enfoque em Grandes Culturas, Geoestatística, Manejo de Plantas Daninhas e Pós-Colheita de frutas e hortaliças.
- Augusto César Vieira Neves Junior** – Pesquisador Supervisionado em nível de Pós-Doutorado, PNPd/CAPES, Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), *Campus* São Luís. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Manejo e Tratos Culturais, e Pós-Colheita.
- Clésio dos Santos Costa** – Doutorando em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PDIZ/UFC/UFPB, Universidade Federal do Ceará, *Campus* do Pici. Atua na área de Economia Rural, Forragicultura e Nutrição Animal.
- Clotilde de Moraes Costa Neta** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Pós-Colheita de frutas e hortaliças.
- Deucleiton Jardim Amorim** – Mestrando em Agronomia (Proteção Vegetal), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", *Campus* Botucatu. Atua na área de Fitossanidade, com ênfase em Fitopatologia.
- Francisco Gilvan Borges Ferreira Freitas Júnior** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Pós-Colheita de frutas e hortaliças.
- Francisco Ivo dos Santos Aguiar** – Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *Campus* Seropédica. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Geoestatística, Pedometria e Agroecologia.
- Francisco Naysson de Sousa Santos** – Doutorando em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, PDIZ/UFC/UFPB, Universidade Federal da Paraíba, *Campus* Areia. Atua na área de Economia Rural, Forragicultura e Nutrição Animal.
- Isabela Cristina Gomes Pires** – Doutoranda em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciências, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Atua na área de Gestão Ambiental, com ênfase em Gestão de Resíduos Orgânicos, Matéria Orgânica do Solo, Sustentabilidade Agropecuária, Bioestatística, Ferramentas de Administração e Economia Rural.
- Ivone Rodrigues da Silva** – Doutoranda em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Piauí, *Campus* Universitário

Ministro Petrônio Portella. Atua na área de Economia Rural, Forragicultura e Nutrição Animal.

**Izumy Pinheiro Doihara** – Professora Adjunta do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitossanidade, com ênfase em Fitopatologia e Microbiologia Agrícola.

**Jorge Ricardo dos Santos Faro** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Assistente Técnico na Agência Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com enfoque em Agricultura Familiar.

**José Ribamar Gusmão Araújo** – Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Estadual do Maranhão, *Campus* São Luís. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Fruticultura.

**José Roberto de Brito Freitas** – Professor Adjunto do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Grandes Culturas e Olericultura.

**Karla Bianca da Costa Macedo** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Pós-Colheita de frutas e hortaliças.

**Katarina Lopes Moreira** – Estudante do Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Armazenamento de produtos vegetais e Automação Agrícola.

**Késsia Tenório Figueirinha** – Graduada em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Perdas Pós-Colheita de frutas e hortaliças, Manejo de Plantas Daninhas e Grandes Culturas.

**Luana Ribeiro Silva** – Mestre em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. Atua na área de Produção Vegetal, com ênfase em Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças.

**Luiza de Nazaré Carneiro da Silva** – Doutoranda em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Tropical, Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Araguaína. Atua na área de Economia Rural, Forragicultura e Nutrição de ruminantes.

**Luma Guimarães Duarte** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Agroecologia.

**Lusiane de Sousa Ferreira** – Mestranda em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, *Campus* Alegre. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Perdas Pós-Colheita de frutas e hortaliças, Controle de Plantas Daninhas e Grandes Culturas.

**Marina Pacheco Santos** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Agroecologia.

**Mayara da Silva Mendes** – Graduada em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão.

Especialista em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Fruticultura, Olericultura, Grandes Culturas.

**Marcelo de Sousa da Silva** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Manejo de Plantas Daninhas, Grandes Culturas e Pós-Colheita.

**Márcia Maria de Souza Gondim Dias** – Professora do Curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Agronomia, *Campus* Pombal, Universidade Federal de Campina Grande. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em floricultura e Pós-Colheita.

**Maria das Dores Cardozo Silva** – Graduada em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Fisiologia Pós-Colheita de frutas e hortaliças, Controle de Plantas Daninhas e Grandes Culturas.

**Marlon Breno Soares de Araújo** – Estudante do Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Armazenamento de produtos vegetais e Automação Agrícola.

**Monik Silva de Moura** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com ênfase em Floricultura.

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos** – Professora Adjunta do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com enfoque em Fruticultura e Floricultura.

**Ramón Yuri Ferreira Pereira** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Fruticultura.

**Renato Lima Dantas** - Professor do Curso de Agronomia, Faculdades Nova Esperança, *Campus* João Pessoa. Atua na área de Agronomia e Ciência de Alimentos, com enfoque em Fruticultura Tropical, Biologia, Bioquímica e Tecnologia Pós-Colheita de Produtos Vegetais.

**Ricardo Alves de Araújo** – Professor do Curso de Tecnologia do Agronegócio, Centro de Ciências Agrárias do Centro de Estudos Superiores de Itapecuru Mirim, Universidade Estadual do Maranhão. Atua na área de Economia Rural, Forragicultura, Nutrição de ruminantes.

**Sabrina da Silva Nascimento Sousa** – Doutoranda em Agronomia (Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", *Campus* Jaboticabal. Atua na área de Manejo e Conservação do Solo.

**Tiago Fernando Riew Tomm** – Graduado em Agronomia pelo Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Agronomia, com enfoque em Grandes Culturas.

**Tiago Vieira da Costa** – Estudante do Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, *Campus* Chapadinha, Universidade Federal do Maranhão. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Manejo de Plantas Daninhas, Grandes Culturas e Pós-Colheita.

**Wellington Souto Ribeiro** – Professor do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* Pombal. Atua na área de Fitotecnia, com ênfase em Pós-Colheita de frutas, hortaliças e plantas ornamentais.

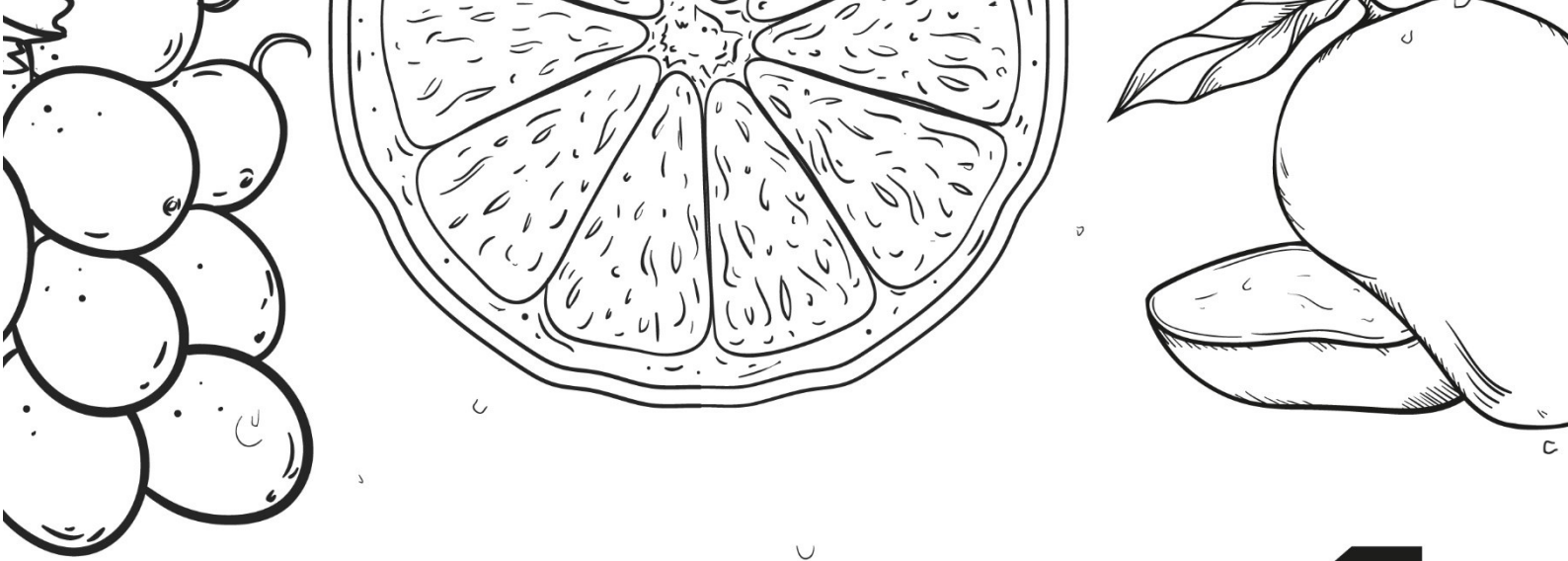
## Sumário

<b>CAPÍTULO 1 – Importância socioeconômica da fruticultura.....</b>	<b>14</b>
Indicadores da produção e comercialização de frutas.....	15
Caracterização quanto ao consumo.....	16
Classificação de frutas quanto à respiração .....	16
Indicadores de emprego e renda .....	17
Potencialidades do Maranhão .....	18
<b>CAPÍTULO 2 – Importância socioeconômica da olericultura.....</b>	<b>21</b>
Introdução .....	22
Indicadores de consumo e produção .....	22
Indicadores socioeconômicos: empregos e renda .....	25
Potenciais para atividade olerícola no Maranhão .....	28
Considerações finais .....	29
<b>CAPÍTULO 3 – Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças .....</b>	<b>30</b>
Introdução .....	31
Agentes causais de perdas.....	32
Interferência sobre os indicadores socioeconômicos.....	35
Ações para redução de perdas.....	37
Considerações finais .....	40
<b>CAPÍTULO 4 – Perspectivas econômicas e mercadológicas oriundas da comercialização e perdas pós-colheita de produtos agrícolas .....</b>	<b>41</b>
Introdução .....	42
Estimativa do valor econômico derivante das perdas pós-colheita .....	43
Possíveis impactos da redução das perdas pós-colheita na economia brasileira .....	47
Considerações finais .....	48
<b>CAPÍTULO 5 – Doenças pós-colheita em frutas e hortaliças .....</b>	<b>50</b>
Introdução .....	51
Principais gêneros de fungos causadores de doenças pós-colheita.....	51
<i>Alternaria</i> .....	52
<i>Colletotrichum</i> .....	52

<i>Phomopsis</i> .....	53
<i>Botrytis</i> .....	53
<i>Botryosphaeria</i> .....	53
<i>Penicillium</i> .....	54
<i>Rhizopus</i> .....	54
<i>Sclerotinia</i> .....	55
Principais gêneros de Bactérias causadores de doenças pós-colheita.....	55
<i>Pectobacterium</i> .....	55
<i>Pseudomonas</i> .....	56
Manejo de doenças pós-colheita .....	56
Considerações finais .....	57
<b>CAPÍTULO 6 – Gestão ambiental de perdas no comércio hortifrúti</b> .....	<b>58</b>
Introdução .....	59
Perdas pós-colheita ou resíduos orgânicos .....	60
Impactos ambientais de resíduos orgânicos .....	61
Resíduos orgânicos no Maranhão .....	62
Resíduo orgânico do segmento hortifrúti no Maranhão .....	64
Considerações finais .....	66
<b>CAPÍTULO 7 – Armazenamento de frutas e hortaliças</b> .....	<b>67</b>
Introdução .....	68
Armazenamento refrigerado .....	68
<i>Pré-resfriamento</i> .....	68
<i>Armazenamento</i> .....	69
<i>Técnicas convencionais</i> .....	71
Atmosfera Modificada Passiva .....	71
<i>Embalagens plásticas</i> .....	71
<i>Revestimento comestível</i> .....	72
Considerações finais .....	73
<b>CAPÍTULO 8 – Indicadores socioeconômicos e da comercialização de hortifrúti em vinte e sete cidades maranhenses</b> .....	<b>74</b>

Metodologia .....	75
Resultados e Discussão .....	76
<i>Perfil socioeconômico dos comerciantes</i> .....	76
<i>Cenário de comercialização de frutas e hortaliças</i> .....	80
Considerações finais .....	83
<b>CAPÍTULO 9 – Magnitude e causas de perdas pós-colheita de frutas, em vinte e sete cidades maranhenses</b> .....	85
Metodologia .....	86
Resultados e Discussão .....	87
<i>Volume ofertado</i> .....	87
<i>Perdas pós-colheita: estimativas, causas e sugestões</i> .....	88
Considerações finais .....	90
<b>CAPÍTULO 10 – Perdas pós-colheita de hortaliças: estimativas, causas e soluções para vinte e sete cidades maranhenses</b> .....	91
Metodologia .....	92
Resultados e Discussão .....	93
<i>Volume ofertado</i> .....	93
<i>Perdas pós-colheita: estimativas, causas e sugestões</i> .....	94
Considerações finais .....	97
<b>CAPÍTULO 11 – Levantamento econômico e mercadológico com enfoque nas perdas de hortifrútis em diferentes microrregiões maranhenses</b> .....	98
Introdução .....	99
Metodologia .....	99
Resultados e Discussão .....	100
Considerações finais .....	104
<b>CAPÍTULO 12 – Identificação de fitopatógenos em tomate e pimentão, comercializados em diferentes segmentos comerciais de Chapadinha (MA)</b> .....	106
Introdução .....	107
Metodologia .....	107
Resultados e Discussão .....	108

<i>Tomate</i> .....	108
<i>Pimentão</i> .....	111
Considerações finais .....	112
<b>CAPÍTULO 13 – Uso de atmosfera modificada passiva na conservação de goiaba ‘paluma’ e pimentão verde, comercializados na CEASA de São Luís (MA) .....</b>	<b>114</b>
Introdução .....	115
Metodologia .....	115
<i>Experimento com goiaba</i> .....	115
<i>Experimento com pimentão</i> .....	117
Resultados e Discussão .....	118
<i>Goiaba</i> .....	118
<i>Pimentão</i> .....	125
Considerações finais .....	128
<i>Goiaba</i> .....	128
<i>Pimentão</i> .....	129
<b>Referências</b> .....	<b>130</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>155</b>
Memorial fotográfico da pesquisa .....	155



# CAPÍTULO 1

## IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA FRUTICULTURA

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos<sup>1</sup>; Francisco Gilvan Borges Ferreira Freitas Júnior<sup>1</sup>;  
Ramón Yuri Ferreira Pereira<sup>1</sup>; Luana Ribeiro Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná



## Indicadores da produção e comercialização de frutas

Frutas de centenas de espécies são produzidas, industrializadas e comercializadas *in natura* ou sob os mais diversos preparos e processos no mundo. O Brasil firmou-se na atividade frutícola com qualidade e regularidade, desde o cultivo de frutas temperadas no Sul às tropicais a partir do Sudeste em direção ao Nordeste e Norte (KIST et al., 2018).

O Brasil possui grandes extensões territoriais e condições favoráveis para o agronegócio, contribuindo para que receba o título de terceiro maior produtor mundial de frutas, com um total de 41,5 milhões de toneladas produzidas (SEBRAE, 2018). Desse modo, o Brasil apresenta potencial para figurar como importante exportador de produtos frutícolas, pois apresenta uma grande variedade de frutas nativas com potencial comercial, além de ter condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de diversas espécies exóticas como mamão e manga (KIST et al., 2018; SEBRAE, 2018).

O melão é a fruta mais exportada do país em termos de volume, pontuando o Rio Grande do Norte como o principal produtor e o Ceará como o maior exportador. A manga é a segunda fruta mais exportada, sendo o Estado de Pernambuco o maior produtor desta fruta. O Brasil também se destaca como maior produtor mundial de citros (SEBRAE, 2018).

Segundo Fachinello et al. (2011), a laranja, banana, melancia, melão e abacaxi são as frutas que mais contribuem no volume total da produção nacional, porém os autores destacaram um aumento da área cultivada de frutas temperadas no Brasil. Isso se deve às modernas tecnologias aplicadas à melhoria na gestão da propriedade rural, bem como todos os aspectos voltados à produção que garantem qualidade, segurança alimentar e preservação do meio ambiente. Oliveira et al. (2015) também salientaram o avanço das pesquisas e a expansão da fronteira agrícola de frutas temperadas no Nordeste, especialmente, no Vale do São Francisco.

A maior parte da exploração de frutíferas é realizada em pequenas e médias propriedades, geralmente com inclusão da agricultura familiar e com boas possibilidades de expansão do mercado. A produção global e o comércio de frutas tropicais de maior destaque como abacate, abacaxi, mamão e manga, tendem a aumentar em detrimento das alterações de preferências entres consumidores dos grandes e pequenos comércios, e também devido ao avanço tecnológico no transporte de hortifrútiis entre países (FAO, 2019).

Num levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com 19 frutas, estimou-se uma área colhida total de 4.339.692 hectares, sendo esses relacionados às lavouras permanentes em estabelecimentos agropecuários com mais de 50 pés plantados. A região Sudeste concentra a maior área colhida para essas frutas com 2.224.490 hectares (IBGE, 2017).

Ainda segundo o estudo realizado pelo IBGE (2017), a região Nordeste é a segunda maior em área colhida nas lavouras permanentes em estabelecimentos agropecuários com 50 plantas ou mais, com um total de 1.259.416 hectares. A Bahia

(755.976 hectares), Ceará (214.099 hectares) e Pernambuco (56.233 hectares) se destacaram, ao passo que o Maranhão apresentou área colhida total de 12.212 hectares.

De acordo com o Instituto, a área plantada total para as frutas banana, cacau, laranja e uva, no Brasil em 2020, é de 1.839.136 hectares. Para região Nordeste é de 767.512 hectares e, no estado do Maranhão, apenas 4.366 hectares, pois o mesmo não possui produção de cacau e uva, que são frutíferas de destaque na região Nordeste (IBGE, 2017).

As frutas são amplamente comercializadas em feiras livres, mercados e supermercados, além de grandes centros de distribuição como CEASAS (Centrais de Abastecimento), por todo o Brasil. No Maranhão, as frutas são oriundas de outros estados devido à sua baixa produção, como discorre Ferreira et al. (2020) num estudo realizado, no leste maranhense, com 145 estabelecimentos diversos, apontando que as frutas comercializadas no estado são oriundas do Ceará, Piauí, Pernambuco e Bahia. O que aumenta a susceptibilidade a danos mecânicos, desordens fisiológicas e contaminações dos produtos (FREITAS JÚNIOR et al., 2020).

### **Caracterização quanto ao consumo**

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), apenas 24,1% dos brasileiros consomem o limite diário de 400 g de frutas, recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). As mulheres consomem uma quantidade média de frutas maior que os homens, ao passo que crianças e idosos consomem mais frutas que jovens e adultos. E quanto melhor a renda salarial, maior o consumo de frutas (SEBRAE, 2018).

Conforme a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF 2017-2018) desenvolvida pelo IBGE (2018), a aquisição alimentar domiciliar *per capita* anual, indica que o Brasil consome mais frutas de clima tropical (22,648 kg) em relação às frutas de clima temperado (3,767 kg). Além disso, considera-se que a banana é a fruta mais consumida entre os brasileiros, seguida pela melancia, laranja, maçã, limão, abacaxi, melão, uva e mamão (IBGE, 2018).

### **Classificação de frutas quanto à respiração**

As frutas podem ser classificadas em climatéricas e não-climatéricas, conforme a sua atividade respiratória após a colheita (COSTA NETA et al., 2020). As frutas climatéricas consistem naquelas que, mesmo após a colheita, continuam a apresentar transformações bioquímicas, geralmente resultantes da elevação na taxa respiratória e biossíntese de etileno (KARLOVA et al., 2014; FREITAS JÚNIOR et al., 2020). Como exemplos pode-se mencionar a banana, caqui, goiaba, mamão, manga, melancia etc. (COSTA et al., 2011).

Neste sentido, as frutas climatéricas são consideradas mais perecíveis por apresentarem pico de produção de etileno e processo respiratório característico da fase climatérica. O que induz à aceleração do amadurecimento, principalmente em condições

ambientais não controladas após a colheita, sendo recomendada a colheita no ponto de maturação fisiológica (KARLOVA et al., 2014).

Por sua vez, frutos não-climatéricos são aqueles que necessitam de um longo período de maturação até completar o processo de amadurecimento, pois não apresentaram pico climatérico. Portanto, devem ser colhidos na fase de amadurecimento em aspectos sensoriais desejáveis ao consumidor. Pode-se citar como exemplo, a laranja, tangerina, uva, berinjela, pimenta, pepino, limão e abacaxi (COSTA et al., 2011).

### **Indicadores de emprego e renda**

De acordo com a Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), o Brasil utiliza cerca de 3 milhões de hectares para produzir aproximadamente 43 milhões de toneladas de frutas, criando cerca de 6 milhões de empregos diretos (CNA, 2017). Isso mostra que a fruticultura possui um enorme potencial de crescimento produtivo, podendo multiplicar a renda e promover a geração de empregos para a população (CAMPOS; CARVALHO, 2012).

A relevância socioeconômica da fruticultura é pautada, principalmente, na notável exigência em mão de obra, fazendo com que ela se sobressaia como forte geradora de empregos, possibilitando a empregabilidade ao longo de toda cadeia produtiva, seja em atividades relacionadas ao cultivo no campo, cuidados no pomar, colheita e pós-colheita. A pós-colheita engloba beneficiamento e processamento de frutas, além da produção e manuseio de produtos industrializados (PINTO FILHO et al., 2019). Graças à grande geração de empregos, a fruticultura dinamiza os setores da economia e contribui para a permanência de muitas famílias no campo, diminuindo o êxodo rural (TORRES, 2014).

Essa fixação do homem no campo é sustentada pelas diversas propriedades e agroindústrias familiares que fazem parte desse segmento (FERREIRA et al., 2014) e de acordo com fruticultores, a atividade traz estabilidade e se constitui como uma fonte geradora de emprego e renda para o produtor rural (CAMPOS; CARVALHO, 2012). O número de pessoas que trabalham na fruticultura vem aumentando todos os anos, uma vez que começaram a utilizar a irrigação na atividade (FERREIRA et al., 2014).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) obtido por Pinheiro et al. (2010) na região do Baixo Jaguaribe foi 0,8259. Tal resultado mostra que as condições de vida dos trabalhadores da fruticultura da região são adequadas, mostrando que a renda obtida na atividade possibilita melhores condições de vida para aqueles que dependem do setor (PINHEIRO et al., 2010).

Ademais, o setor proporciona renda em comunidades e regiões consideradas de menor desenvolvimento socioeconômico (MEDEIROS et al., 2018). Os autores ainda ressaltam que, em regiões com estiagens severas, o uso do sistema de irrigação possibilita que pequenos produtores, como também as grandes empresas possam cultivar frutas de boa qualidade durante todo o ano.

Além disso, a fruticultura exige a presença contínua do agricultor e promove a divisão do talhão em pequenas áreas de cultivo altamente produtivas (GALEANO et al., 2019). Nesse contexto, a atividade possibilita elevar o padrão de vida do agricultor, funcionários e sua função vai além dos campos, integrando milhares de pessoas na comercialização, distribuição, venda e industrialização dos produtos oriundos desse segmento (PINHEIRO et al., 2010).

De acordo com Galeano et al. (2019), a cadeia produtiva do setor gera mais de 5 milhões de empregos, em localidades onde algumas atividades de produção de alimentos não seriam praticáveis e que antes eram consideradas de pouco dinamismo econômico, como o semiárido nordestino, atingindo a marca de 16% dos empregos dentro do agronegócio.

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), pela primeira vez na história, em 2019, as exportações brasileiras de frutas ultrapassaram a marca de US\$ 1 bilhão, meta que foi almejada, nos últimos anos, pelas agroindústrias da fruticultura brasileira (ABRAFRUTAS, 2019). A fruticultura tem tudo para estimular a economia do país, uma vez que os objetivos previstos para o setor, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), são: aumentar o consumo interno de frutas para 70 kg *per capita* ano e alcançar US\$ 2 bilhões em exportações de frutas frescas e derivados até 2028 (MAPA, 2018).

### **Potencialidades do Maranhão**

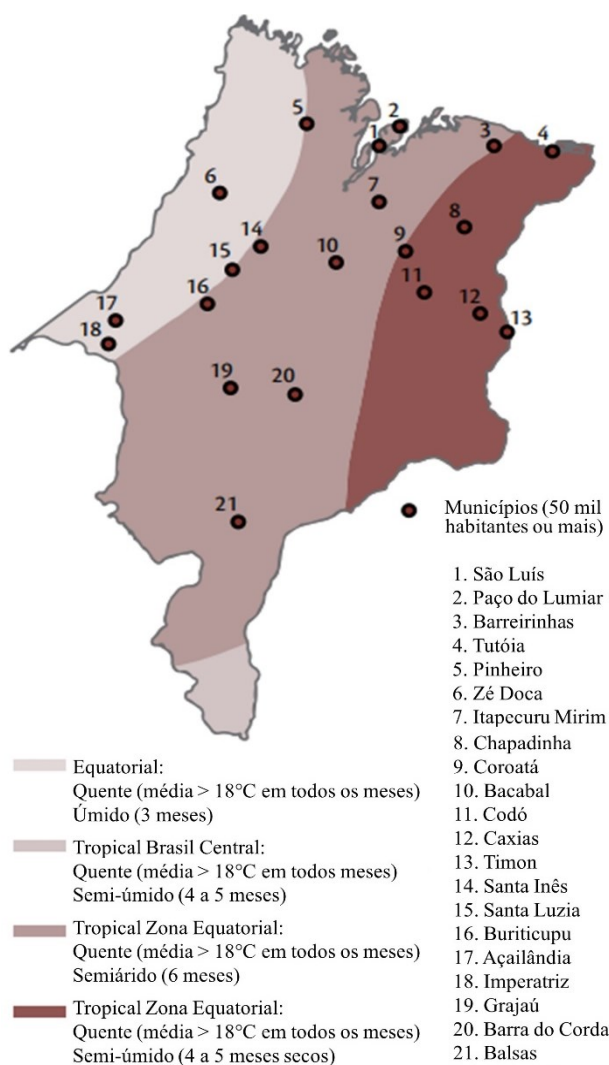
O Maranhão apresenta grande variedade de solos em todo o seu território com inúmeras potencialidades e limitações para lavoura, forragicultura, silvicultura, entre outras atividades agropecuárias (VALLADARES et al., 2007). A ordem de solo mais dominante é a dos latossolos, que são solos muito profundos, bem drenados, friáveis, textura média a argilosa, o que favorece o crescimento do sistema radicular de frutíferas, que são robustos, comparados às gramíneas e olerícolas (SANTOS et al., 2018).

Segundo o mapeamento da aptidão agrícola das terras do Maranhão, boa parte dos solos maranhenses são distróficos, altamente intemperizados, ácidos e, em certos casos, saturados por alumínio. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de práticas como calagem, gessagem e adubação, visando corrigir e adequar as propriedades químicas do solo para o plantio de frutíferas (VALLADARES et al., 2007).

Quanto à declividade, Valladares et al. (2007) destacaram que mais de 80% dos solos maranhenses têm declividade abaixo de 8%, sendo 40% com declividade plana (0 - 3%) e 41% com declividade suave ondulada (3 - 8%), o que favorece a mecanização agrícola. O Maranhão possui solos adequados para o cultivo de frutíferas, o que falta são políticas públicas como crédito rural e assistência técnica para alavancar a fruticultura no estado (GALEANO et al., 2017).

O Maranhão ocupa uma região transicional entre as condições de seca do semiárido nordestino e as condições úmidas da região amazônica (SILVA et al., 2017).

De acordo com o estudo do macrozoneamento ecológico-econômico do Maranhão, utilizando a classificação proposta por Thorntwaite em 1948, há quatro tipos de clima identificados no estado (Figura 1).



**Figura 1.** Levantamento macrozoneamento ecológico-econômico do Maranhão.

**Fonte:** Silva et al. (2017).

Ao longo do ano, o Maranhão apresenta distribuição pluviométrica de 800 a 2.800 mm. O balanço hídrico revela grande variação espacial e, principalmente, temporal de chuvas. O estado possui, aproximadamente, seis meses de chuvas e seis meses de estiagem, do qual há divergência com relação à distribuição espacial dos dados pluviométricos observados no período chuvoso (SILVA et al., 2017). Portanto, o Maranhão apresenta condições climáticas para a fruticultura no geral, alternando entre meses de chuva e estiagem ao longo do ano.

O Maranhão contém uma grande disponibilidade de água em seu território, com 12 bacias hidrográficas que abastecem os municípios do estado (SANTOS; LEAL, 2013). As bacias hidrográficas do Parnaíba, Tocantins e Gurupi têm suas águas usadas comumente em atividades como irrigação, abastecimento urbano e pecuária (SANTOS; LEAL, 2013). Nesse sentido, a existência dessas bacias hidrográficas, possibilitam ao

Maranhão uma favorável disponibilidade de água que pode ser utilizada em sistemas de irrigação, que por vezes são imprescindíveis para que seja possível a produção de frutíferas em determinadas localidades.

Entre as frutíferas existentes no estado, as que apresentam grande potencial comercial são: bacaba, caju, jenipapo, açaí, cupuaçu, bacuri, buriti, cajá, seriguela, murici e tamarindo. Além disso, frutas com grande importância comercial como abacate, abacaxi, mamão e manga, se adaptaram muito bem às condições edafoclimáticas do estado do Maranhão (REIS; SCHMIELE, 2019).

Portanto, o Maranhão reúne condições adequadas para a produção de diversas frutíferas, apresenta ainda uma localização geográfica estratégica, para realizar o escoamento da produção para todo o país, principalmente para as regiões Norte e Nordeste, além da possibilidade de exportação via portuária para outros países. Sobretudo, pelo fato de o estado importar a maior parte das frutas consumidas, demonstrando que há um importante nicho mercadológico com perspectiva de ser alcançado.

Tornam-se necessários estudos de campo e mercado, que englobem todos os aspectos e etapas da cadeia produtiva da fruticultura, desde a aquisição de mudas e implantação dos pomares, até a pós-colheita, transporte e comercialização de frutas, uma vez que esses últimos elos da cadeia são imprescindíveis para a manutenção da qualidade e obtenção de bons valores de venda, bem como para diminuição das perdas pós-colheita. Nesse contexto, tanto para o fortalecimento da fruticultura no estado, como para a compreensão do acondicionamento e qualidade das frutas recebidas de outros estados, levantamentos de perdas pós-colheita de frutas são de fundamental importância.

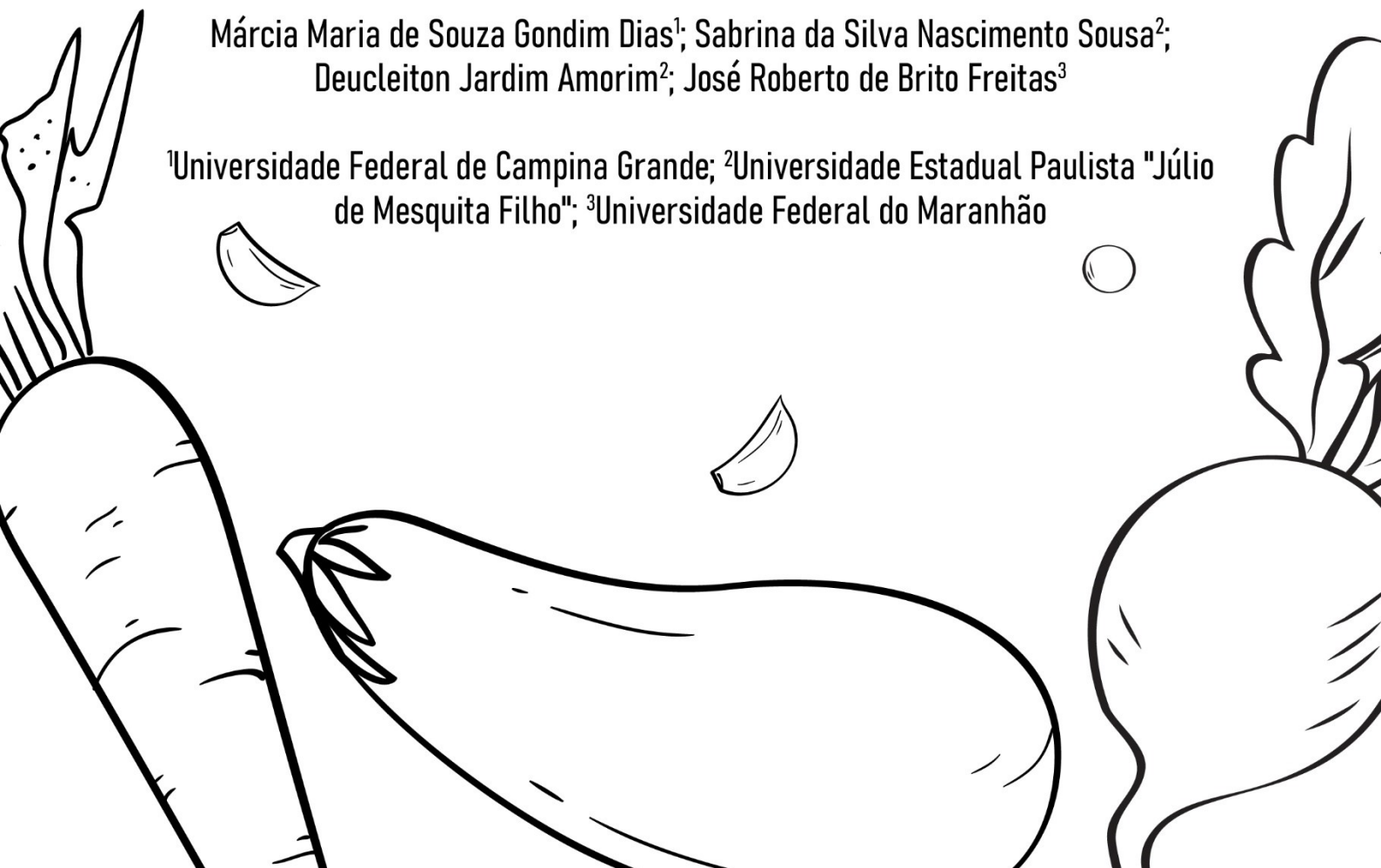


# CAPÍTULO 2

## IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA DA OLERICULTURA

Márcia Maria de Souza Gondim Dias<sup>1</sup>; Sabrina da Silva Nascimento Sousa<sup>2</sup>;  
Deucleiton Jardim Amorim<sup>2</sup>; José Roberto de Brito Freitas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande; <sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; <sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão



## **Introdução**

O termo olericultura compreende o grupo “*vegetables*”, o qual é composto por raízes, tubérculos, parte aérea, caule, folhas, frutos e flores comestíveis que, geralmente, possuem ciclo anual. Essa diversificação de espécies é uma particularidade que diferencia a olericultura de outros setores do agronegócio, notadamente em relação às culturas de grãos (ANDRIOLO, 2017).

No que diz respeito à forma de consumo, as hortaliças são classificadas em hortaliças-fruto (tomate, berinjela, pimentão etc.), hortaliças folhosas (alface, cebolinha, coentro etc.) e hortaliças subterrâneas. As hortaliças subterrâneas compreendem as hortaliças-bulbo (cebola), hortaliça-bulbilho (alho), hortaliças-tubérculo (batata e inhame), hortaliças-raiz (cenoura e beterraba), hortaliças-flor (couve-flor e brócolis) e hortaliças rizoma (gengibre) (BEVILACQUA, 2008).

No Brasil, a atividade hortícola ocupa uma área de 2,7 milhões de hectares e, segundo os dados da FAO, no ano de 2018, a produção de raízes, tubérculos e vegetais primários foi de aproximadamente 40,6 toneladas por hectare. Como consequência, o aspecto socioeconômico foi agraciado com cerca de 7 milhões de empregos diretos e aproximadamente 20 milhões indiretos (FERREIRA, 2019). Dessa forma, cabe salientar que cerca de 60% dos vegetais foram provenientes da agricultura familiar, enfatizando a importância dessa atividade para o setor de hortaliças (ALVES, 2009).

A cadeia produtiva de hortaliças progrediu muito, nas últimas décadas, devido à inovação tecnológica e modernização dos materiais e maquinários utilizados, porém ainda existem muitos desafios a serem superados. Trata-se de uma atividade de alto risco por ocasião da elevada susceptibilidade a problemas fitossanitários, condições climáticas adversas e perdas pós-colheita, o que gera maior vulnerabilidade à sazonalidade de oferta e instabilidade de preços, comparativamente a outros segmentos.

## **Indicadores de consumo e produção**

O consumo nacional de hortaliças tem aumentado na última década, especialmente, pela maior conscientização social voltada para uma dieta alimentar balanceada (CANELLA et al., 2018). As hortaliças têm boa combinação de fibras, vitaminas, minerais e baixa densidade energética. Esses alimentos possuem capacidade antioxidante e diminuem os riscos de mortes relacionadas a diversas doenças cardíacas e podem auxiliar na prevenção contra o câncer, obesidade, diabetes e hipertensão arterial (OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2010).

Nesse aspecto, listou-se as trinta e uma hortaliças mais consumidas no Brasil e apresentou-se os dados referentes aos indicadores de produção Brasil e região Nordeste (Tabela 1).

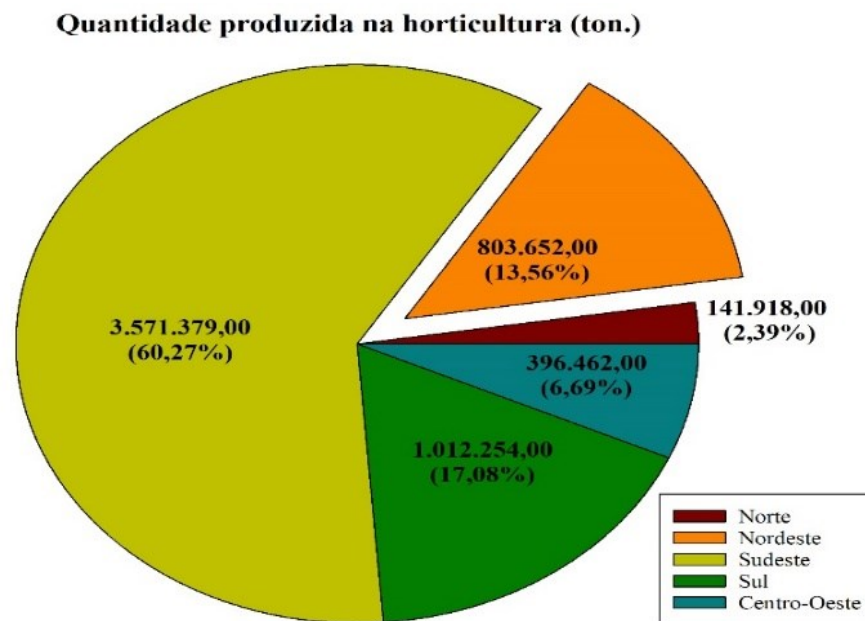
**Tabela 1.** Dados referentes à produção das trinta e uma hortaliças mais consumidas no Brasil.

Hortaliça	Produção (toneladas)	
	Brasil	Nordeste
Abobrinha	158.518,00	4.931,00
Alface	671.509,00	70.136,00
Alho-poró	12.655,00	295,00
Almeirão	23.485,00	31,00
Batata-baroa (mandioquinha)	51.391,00	591,00
Batata-doce	350.512,00	108.599,00
Berinjela	71.914,00	5.311,00
Beterraba	134.969,00	14.683,00
Brócolis	150.017,00	2.699,00
Cebolinha	97.427,00	33.787,00
Cenoura	480.252,00	42.183,00
Chuchu	271.344,00	68.932,00
Coentro	120.583,00	78.163,00
Couve	161.986,00	13.631,00
Couve-flor	140.067,00	2.861,00
Gengibre	23.626,00	77,00
Inhame	104.285,00	27.256,00
Jiló	78.851,00	7.281,00
Manjericão	2.432,00	581,00
Maxixe	27.039,00	9.484,00
Milho verde (espiga)	348.904,00	88.248,00
Pepino	184.161,00	17.878,00
Pimenta	28.270,00	8.093,00
Pimentão	224.286,00	57.239,00
Quiabo	111.967,00	32.187,00
Repolho	467.622,00	17.218,00
Rúcula	40.527,00	2.123,00
Salsa	51.084,00	2.805,00
Taioba	1.657,00	2,00
Tomate (estaqueado)	1.291.379,00	82.035,00
Vagem (feijão vagem)	42.945,00	4.312,00

**Fonte:** adaptados pelos autores, em publicação realizada pelo IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

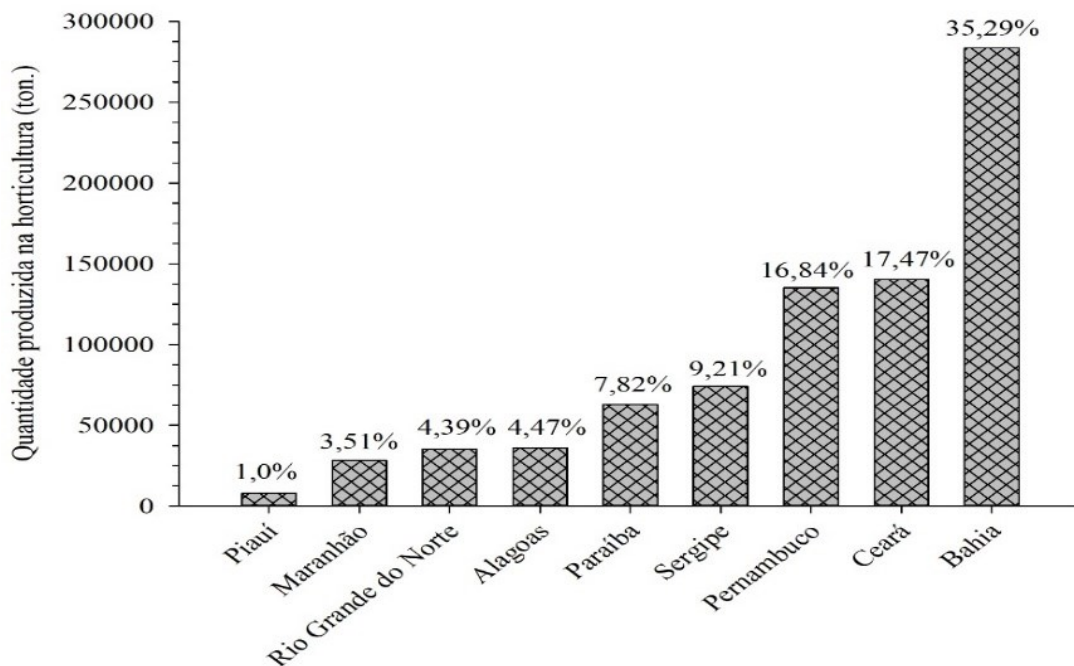
A produção brasileira de hortaliças é de aproximadamente 5.925,664 toneladas, das quais 60,27% é correspondente à produção da região Sudeste, 17,08% à região Sul, 13,56% à região Nordeste, 6,69% à região Centro-Oeste e apenas 2,39% são produzidos na região Norte (Figura 1). O Brasil é um país privilegiado em termos de condições edafoclimáticas e geográficas apropriadas à produção de hortaliças e outros produtos agrícolas. O Nordeste, mesmo apresentando uma grande extensão territorial, tenta

superar algumas restrições técnicas com o auxílio de sistemas de irrigação que, associados a outras tecnologias e altas temperaturas permitem a produção contínua nesta região (FACHINELLO et al., 2008; FERREIRA, 2019).



**Figura 1.** Quantidade (toneladas) de produtos hortícolas produzidos pelas regiões brasileiras.  
**Fonte:** IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

Quando a avaliação da produção passa a ser feita na região Nordeste, constata-se que a maior produção é proveniente do estado da Bahia com 283.595 ton., valor este que corresponde a mais de 30% do total produzido em toda a região. Na sequência, aparece o Ceará (140.402 ton.), Pernambuco (135.295 ton.), Sergipe (74.028 ton.), Paraíba (62.857 ton.), Alagoas (35.956 ton.), Rio Grande do Norte (35.307 ton.), Maranhão (28.201 ton.) e Piauí (8.015 ton.) (Figura 2).



**Figura 2.** Produção de produtos hortícolas por estados da região Nordeste.

**Fonte:** IBGE- SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

Portanto, o Maranhão é apenas o 8º nesta lista, contribuindo com 3,51% da produção regional, o que evidencia a grande necessidade de que este estado possui em melhorar suas políticas públicas e investir em assistência técnica para auxiliar os pequenos produtores e assim alavancar a produção no estado.

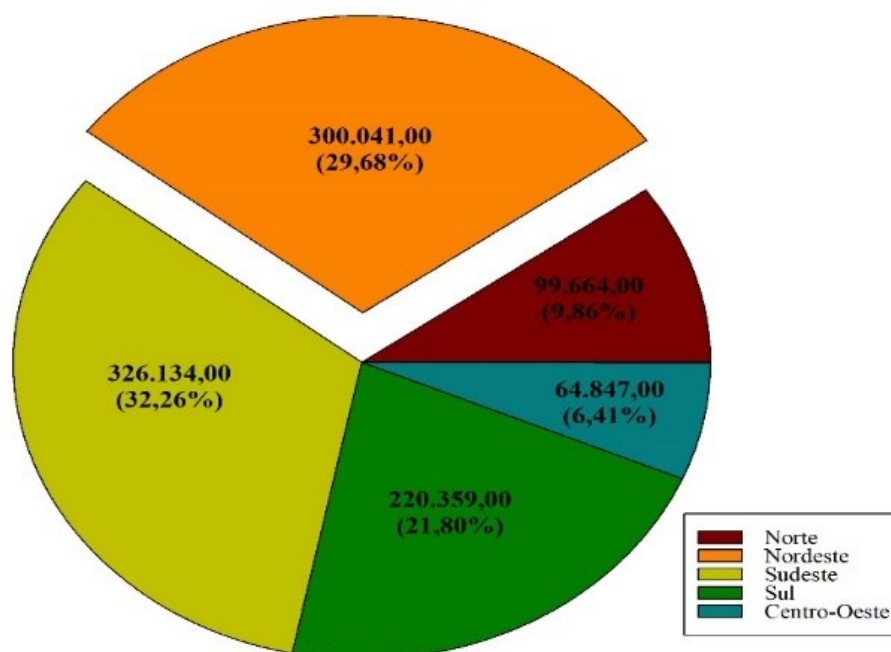
### **Indicadores socioeconômicos: empregos e renda**

A geração de grande número de empregos devido à elevada exigência de mão de obra, desde a sementeira até à comercialização, é uma característica marcante da olericultura. Estima-se que cada hectare plantado possa gerar, em média, entre 3 e 6 empregos diretos e indiretos (MELO; VILELA, 2007; CLAUS et al., 2016).

No que concerne ao potencial de receita para o produtor, em condições normais de mercado, as hortaliças proporcionam receitas líquidas por hectare muito superiores a qualquer outro cultivo temporário. Pois, dependendo das condições tecnológicas estima-se que as hortaliças possam gerar uma renda entre US\$ 2 mil a US\$ 20 mil por hectare produzido (SEBRAE, 2015; RIBEIRO, 2016).

No Brasil, o número de estabelecimentos com produtos hortícolas ultrapassa a marca de 1 milhão e assim como no quesito produção, a região Sudeste é a que abrange o maior número de estabelecimentos, com cerca de 32,26% do total, seguida pelo Nordeste (29,68%), Sul (21,80%), Norte (9,86%) e Centro-Oeste (6,41%) (Figura 3).

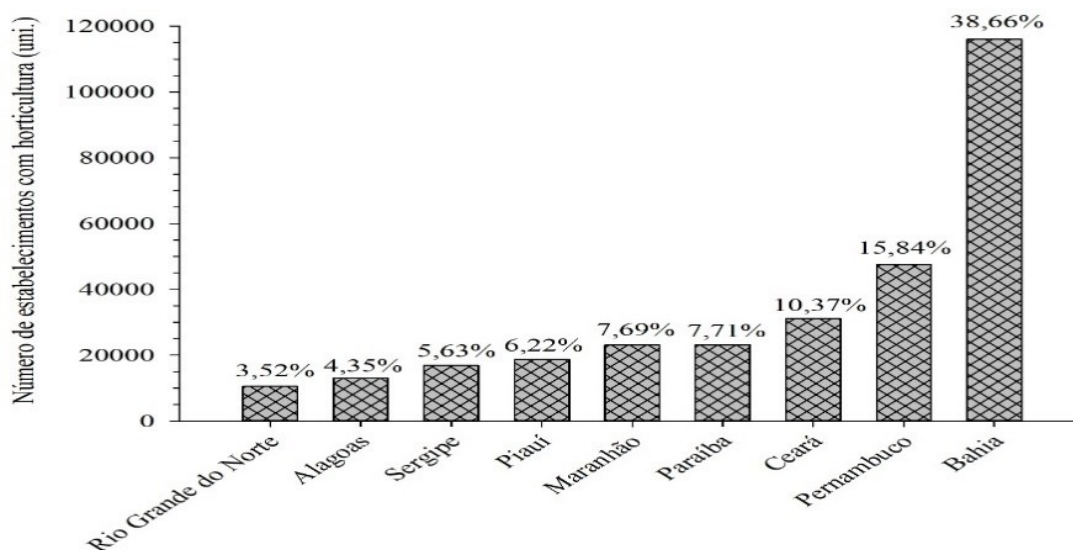
**Número de estabelecimentos agropecuários com horticultura (uni.)**



**Figura 3.** Quantidade de estabelecimentos com produtos provenientes da horticultura no Brasil.

Fonte: IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

Verificou-se que, na região Nordeste, o estado da Bahia ocupa o 1º lugar com cerca de 116.010 estabelecimentos (38,66%) (Figura 4).



**Figura 4.** Quantidade de estabelecimentos com produtos da horticultura por estados do Nordeste.

Fonte: IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

Na sequência, aparecem Pernambuco (47.528), Ceará (31.124), Paraíba (23.138), Maranhão (23.074), Piauí (18.648), Sergipe (16.903), Alagoas (13.059) e Rio Grande do Norte (10.557 estabelecimentos). Nesse quesito, o Maranhão foi ranqueado na 5ª posição, demonstrando que este estado possui mais um aspecto de comercialização do que produção. Em consonância a isso, Tomm et al. (2018) constataram que a maioria das hortaliças comercializadas na microrregião de Chapadinha/MA, cerca de 89% têm origem em outros estados, expondo a necessidade de implementação de políticas governamentais para propiciar a autossuficiência do estado e de seus municípios.

No agronegócio brasileiro, as hortaliças possuem destaque pelo fato de seus produtos gerarem mais lucro por hectare produzido do que outras culturas, inclusive os grãos (CLEONICE et al., 2016). No Brasil, o valor obtido com a venda dos 31 produtos hortícolas mencionados na Tabela 1 ultrapassa 6,8 milhões de reais. A região que mais obtém lucro com as vendas dos produtos é a Sudeste, cujo valor de venda é correspondente a cerca de 54,65% do total do país. Em 2º lugar, a região Sul possui um valor de venda correspondente a 17,40% do total do país; em 3º, a região Nordeste (14,23%); em 4º, a região Centro-Oeste (8,46%) e por último a região Norte (5,27%) (Figura 5).

Valor da venda de produtos da horticultura (Mil Reais)

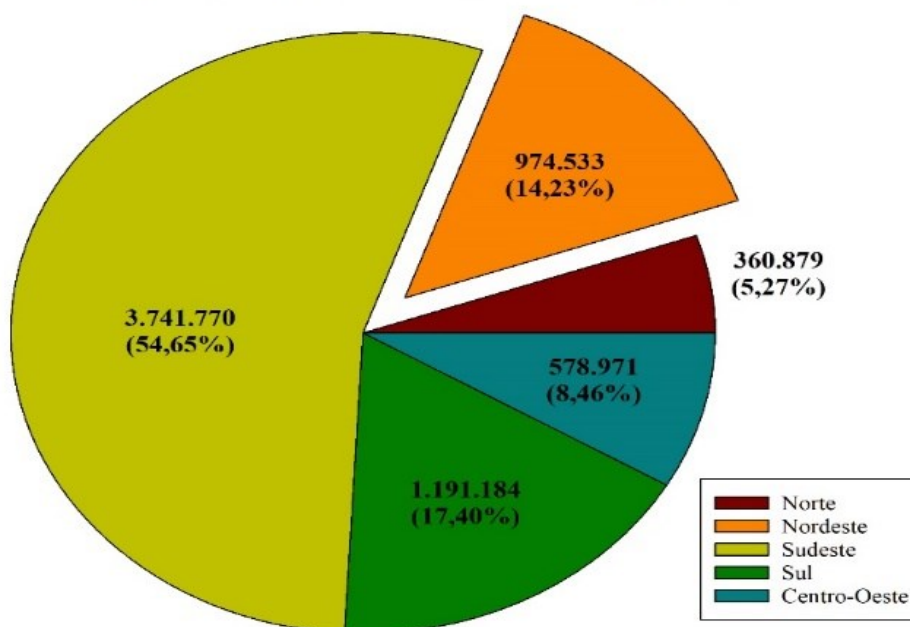
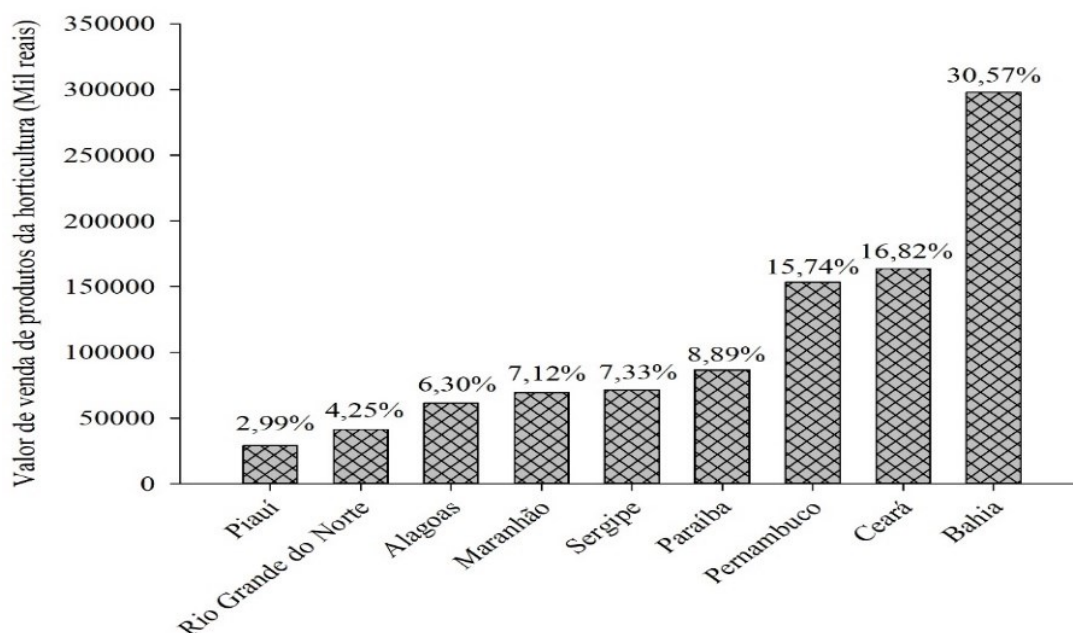


Figura 5. Valor obtido com a venda de produtos hortícolas em cada região brasileira.

Fonte: IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

Ao analisarmos as vendas na região Nordeste, verificou-se que além de maior produtor na região, o estado da Bahia aparece em primeiro lugar com valor de venda de 297.882,00 (mil reais) o que corresponde a 30,57% do valor de toda a região. Também podemos observar que o estado do Maranhão é apenas o 6º colocado, com um valor de venda de 69.408,00 (mil reais), valor esse que corresponde a 7,12% (Figura 6).

O estado do Maranhão possui grande potencial para aprimorar em todos os quesitos apresentados até aqui, sendo necessário mais investimentos e incentivos voltados, principalmente, para a agricultura familiar, que como reportado anteriormente, apresenta 60% de influência sobre o volume de hortaliças produzidos no Brasil.



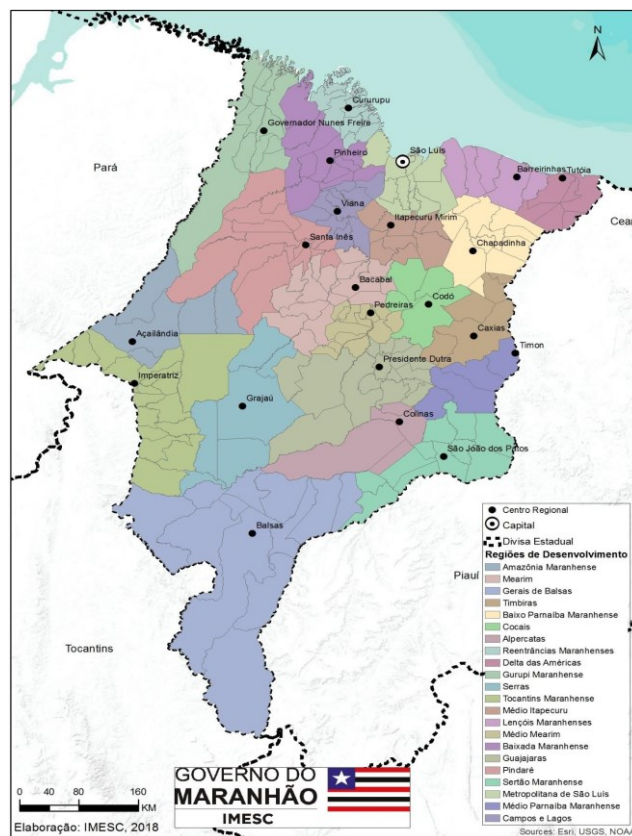
**Figura 6.** Valor obtido com a venda de produtos hortícolas em cada estado da região Nordeste.

Fonte: IBGE-SIDRA, Censo Agropecuário de 2017.

### Potenciais para atividade olerícola no Maranhão

É possível evidenciar que o Maranhão possui elevado potencial para expansão da fronteira agrícola de hortaliças. Para isso, entende-se que é necessário haver maiores investimentos, o que pode ser possível através do acesso ao crédito rural, incentivos governamentais e apoio técnico qualificado, principalmente para a agricultura familiar.

O Maranhão possui uma das maiores extensões geográficas do Brasil e uma pluviosidade média de 1.893 mm (TOMM et al., 2018). É um estado que se constitui em uma área de transição, entre o domínio climático da Amazônia Oriental, a noroeste; do Nordeste, na parte norte-oriental e o do Brasil Central, em sua área sul-sudeste (Figura 7).



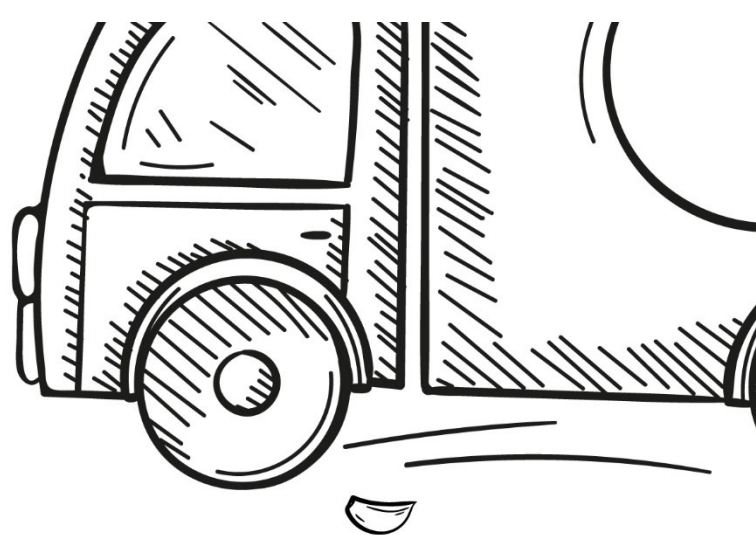
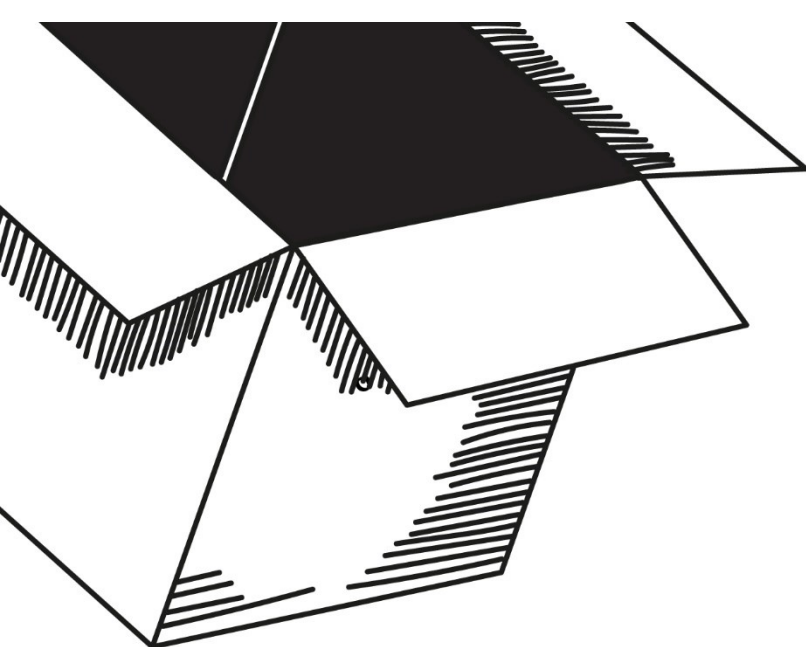
**Figura 7.** Regiões de planejamento do Maranhão.

Fonte: IMESC, 2018.

Como consequência, o noroeste do Maranhão apresenta índices pluviométricos próximos ao da Amazônia Oriental e uma cobertura de florestas tropicais e campos inundáveis. Dessa forma, a grande diversidade climática do estado pode propiciar a produção de um número elevado de espécies, desde que seja feito um eficiente planejamento e zoneamento agrícola (Figura 7).

### Considerações finais

Frente a um cenário em que as mudanças ocorrem de maneira rápida e contínua, é necessário fortalecer os papéis da pesquisa e extensão rural como instrumentos potencializadores de melhorias em todos os elos da cadeia hortícola maranhense. Isso poderá propiciar maior competitividade, pois consiste numa atividade de grande alcance econômico e social, todavia com incipientes níveis de produção estadual. Entende-se que a expansão da fronteira agrícola de hortaliças será bastante vantajosa para diversificação de empregos e renda no Maranhão.

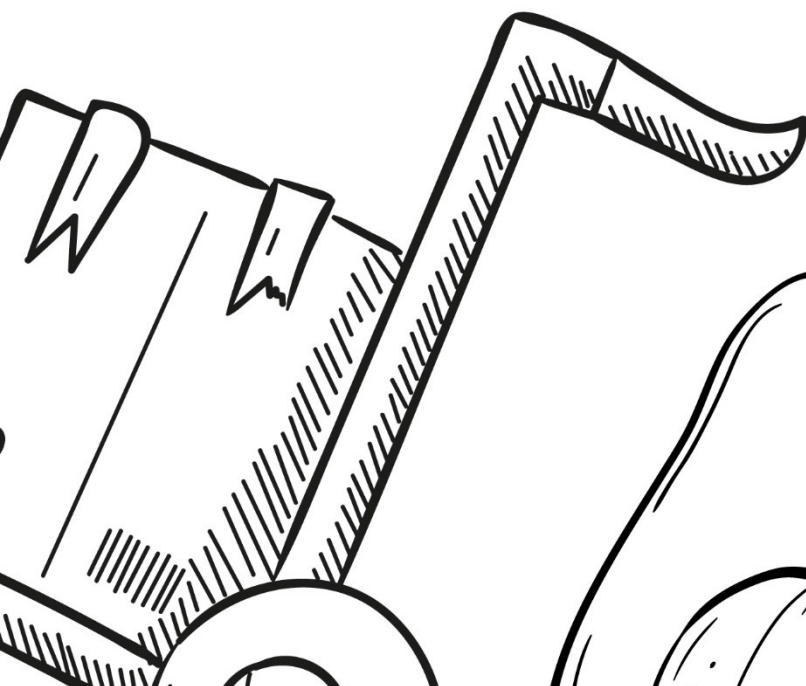


# CAPÍTULO 3

## PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Renato Lima Dantas<sup>1</sup>; Lusiane de Sousa Ferreira<sup>2</sup>; Késsia Tenório Figueirinha<sup>3</sup>;  
Wellington Souto Ribeiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculdades Nova Esperança; <sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo; <sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande.



## Introdução

O panorama atual da produção de frutas e hortaliças tem se destacado por englobar uma diversidade de espécies cultivadas, cujo potencial de consumo tem impulsionado o avanço contínuo de várias áreas que dão suporte ao desenvolvimento do setor hortifrutícola. Esse é considerado como uma das atividades mais relevantes dentro do agronegócio brasileiro, pois, além de contribuir diretamente sobre os aspectos socioeconômicos, ainda é responsável pela produção de alimentos essenciais para a população. Entretanto, é um dos setores demandantes de tecnologias que garantam que esses alimentos sejam levados ao consumidor sem que haja perdas significativas ao longo da cadeia de distribuição, sobretudo na fase após a produção (FERREIRA, 2019).

A pós-colheita abrange um conjunto de técnicas empregadas para a conservação e armazenamento de produtos agrícolas após a colheita e que se estende até o consumo e/ou processamento. Essa etapa se inicia com a separação do produto da planta-mãe com a intenção de utilizá-lo como alimento, e finaliza quando é submetido ao processo de seleção para consumo final. A cadeia completa envolve etapas que são determinantes para que o produto seja ofertado com a garantia de qualidade máxima atingida na fase de produção, compreendendo a colheita, beneficiamento, classificação, transporte, varejo e os fatores condicionantes para o consumo. Cada categoria de produto vegetal apresenta peculiaridades que requerem um tratamento diferenciado quanto à temperatura, umidade, embalagem, ponto de colheita que são fatores determinantes na longevidade na comercialização (FERREIRA, 2008).

Mesmo com as diferenças existentes entre frutas e hortaliças, todos esses produtos compartilham de condições semelhantes da cadeia de hortifrúti que é um dos segmentos mais proeminentes na produção de alimentos, visando manter a qualidade por um período maior. Entretanto, o montante de alimentos perdidos ou desperdiçados, anualmente, chega a cerca de 1,3 bilhão de toneladas, o que corresponde a 30% do que é produzido no mundo, configurando-se como um dos principais problemas enfrentados pela agricultura mundial, sobretudo no setor de hortifrúti (CEPEA, 2018).

Da quantidade total de frutas e hortaliças produzidos no Brasil, cerca de 30% são perdidos (NEVES, 2016). Tais perdas iniciam no campo, transcorrem nas etapas de embalagens, transporte e comercialização nas centrais de abastecimentos e em outros atacadistas, na rede varejista e, por fim, nos consumidores intermediários e finais (GUERRA et al., 2014). Dessa forma, as perdas pós-colheita são caracterizadas pela inviabilidade dos alimentos para o consumo devido à presença de lesões mecânicas, patogênicas ou fisiológicas que alteram suas propriedades físicas, químicas, microbiológicas ou organolépticas (SILVA, 2017; SANTOS; VIEIRA, 2011).

A perda e o desperdício pós-colheita de produtos hortícolas são muito expressivos em todo o mundo, mas variam significativamente de acordo com os produtos, cultivares e/ou variedades, época do ano, áreas de produção e sistemas de manuseio adotados. Ambos podem ocorrer durante todas as fases da cadeia de suprimentos e manuseio, iniciando na colheita, durante o transporte para as *packing-houses* ou diretamente para

os mercados, triagem, padronização e classificação, armazenamento, comercialização, processamento e, em casa, antes ou depois da preparação. Ou seja, as perdas pós-colheita ocorrem em toda a cadeia de suprimento, desde a colheita em todos os estágios pós-colheita que antecedem o consumo (YAHIA; FONSECA; KITINOJA, 2019).

Portanto, a perda pode ser definida como a redução não intencional de alimentos disponíveis para o consumo humano, devido a ineficiências na cadeia produtiva. Ao passo que, desperdício é o descarte intencional de produtos alimentícios apropriados para o consumo humano, proposital, decorrente dos hábitos culturais e sociais de indivíduos (BELIK, 2018).

Quando comparadas a outros produtos alimentícios, as perdas e os desperdícios nas cadeias de frutas e hortaliças são relativamente maiores em consequência, sobretudo, de fatores intrínsecos do vegetal que continua vivo após destacado da planta, sendo relevante destacar o seu metabolismo, elevado teor de água, alta taxa respiratória e epiderme relativamente fina. Essas características as tornam altamente perecíveis e, somando-se a fatores extrínsecos, desencadeia uma série de transformações que alteram as características ótimas de mercado e consumo, resultando em prejuízos significativos. Além disso, contribuem para a diminuição da rentabilidade dos estabelecimentos comerciais (CECCATO; BASSO, 2016; RIBEIRO et al., 2014).

Essas perdas podem ser de duas formas, as de natureza quantitativa e as qualitativas. As primeiras são aquelas visíveis e mensuráveis, ao passo que as qualitativas se revelam na redução da qualidade do produto e ocasionam uma variação no comportamento do mercado (DINIZ, 2013). As perdas qualitativas se associam à redução na comestibilidade, nutrição, valor calórico, questões de segurança, aceitabilidade pelo consumidor e, posteriormente, do valor econômico. O que ocorre antes que o produto seja descartado, consumido ou utilizado de outra maneira (RINALDI, 2011).

Por sua vez, as perdas quantitativas abrangem as variáveis de massa ou volume, onde as perdas reduzem a quantidade de produtos disponíveis para consumo, sendo comumente expressas em unidades de peso, valor monetário (moeda) e valor energético (calorias) (YAHIA; FONSECA; KITINOJA, 2019). Contudo, as avaliações de perdas têm sido um desafio independentemente do produto vegetal, pois depende de um conjunto de fatores que se estendem do campo à mesa, requerendo metodologias para mensurar e/ou qualificar as perdas de maneira mais assertiva. Ainda assim, deve haver esforços para avançar na obtenção de dados nessa área para dar suporte às políticas de redução de perdas e garantia de retorno econômico para os produtores e demais agentes envolvidos na cadeia de distribuição.

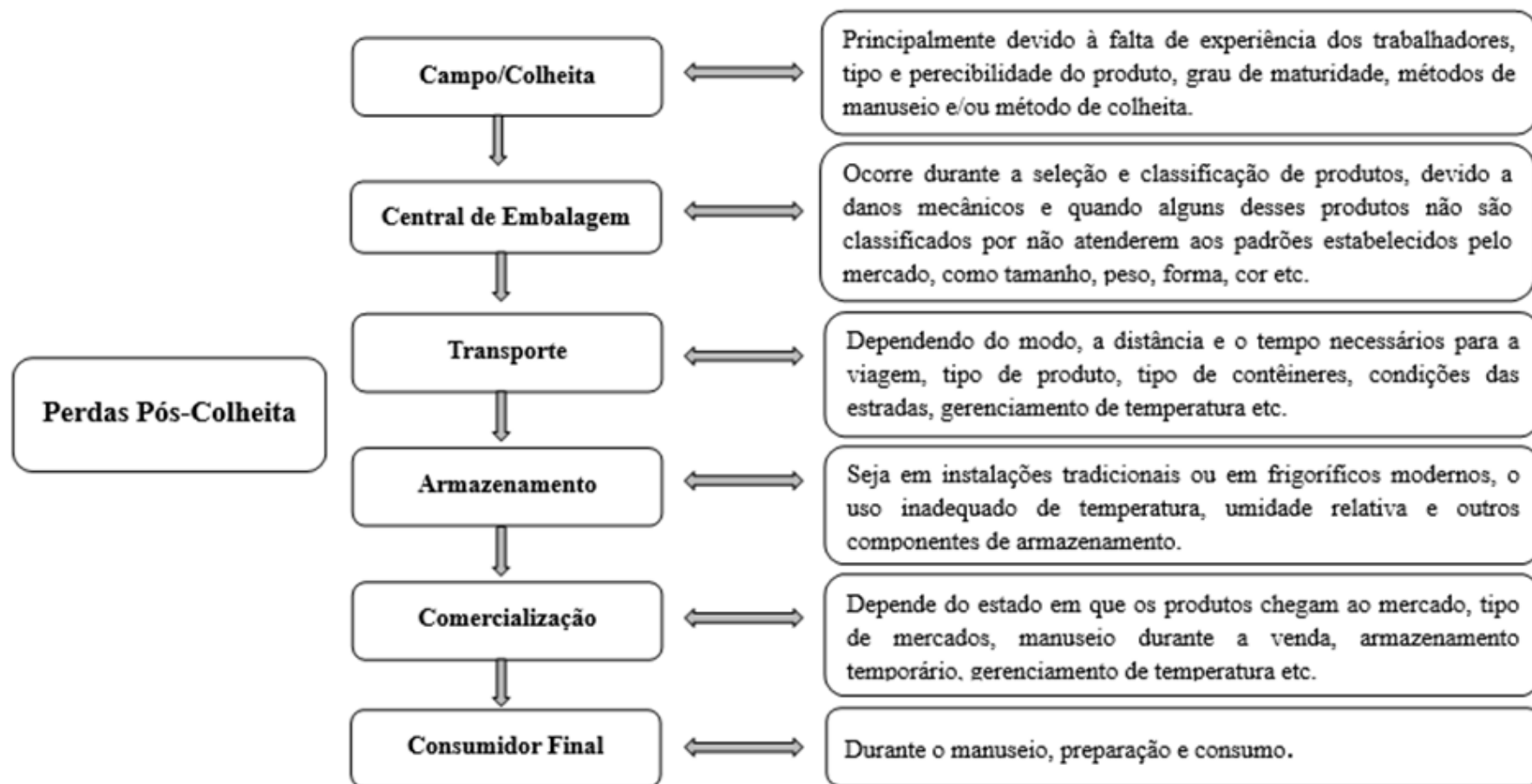
### **Agentes causais de perdas**

Os produtos hortifrutícolas são organismos vegetais vivos que continuam com os processos vitais após a colheita. Durante esse tempo, passam por alterações fisiológicas e bioquímicas que promovem mudanças indesejáveis nas características de qualidade física, química e sensorial. Essas mudanças contribuem para perdas durante o processo

de comercialização, dependendo das técnicas de conservação e manuseio empregadas (AMORIM et al., 2017). Adicionalmente, ocasionam uma redução no tempo de disponibilidade para ser consumido e, conseqüentemente, no seu valor comercial (CEAGESP, 2017).

Diversos fatores contribuem para as perdas durante a cadeia de distribuição (Figura 1), sendo muito difícil de precisar a participação individualmente. Entretanto, como produtos frescos, sua qualidade e vida pós-colheita são afetadas por temperatura, umidade, composição da atmosfera, nível de dano e fase da cadeia onde o mesmo ocorre, bem como o tipo e o grau de infecção por microrganismos e/ou ataques de insetos, entre outros fatores (YAHIA; FONSECA; KITINOJA, 2019). Desse modo, a solução para a redução de perdas consiste na identificação dos fatores mais determinantes e desenvolvimento de estratégias que atuem sobre eles, reduzindo seus efeitos.

Em regiões onde há um baixo aporte tecnológico acompanhando o produto do campo à mesa, são identificados maiores volumes de perdas, sobretudo, na fase pós-colheita, onde fica mais evidente a influência do clima, por exemplo, na intensificação dos processos de deterioração. Deve-se considerar a condição tropical que as regiões brasileiras apresentam com temperaturas elevadas favoráveis para o aumento nas taxas de respiração de produtos vegetais, aliados à ausência de uma cadeia de frio, adequada para conservação dos produtos hortifrutícolas. Isso resulta em alimentos imprestáveis para o consumo ou com um baixíssimo valor de mercado (PARISI et al., 2012).



**Figura 1.** Fluxograma de indicação de perdas pós-colheita de produtos vegetais durante a cadeia de distribuição e suas causas principais.  
 Fonte: Elaborado pelos autores, adaptado de YAHIA, FONSECA e KITINOJA (2019).

As principais razões que influenciam negativamente para o aumento de perdas pós-colheita estão relacionadas à falta de conscientização e capacitação dos envolvidos no manuseio, transporte e comercialização, o que acarreta a adoção de práticas inadequadas e aumento do volume perdido (SILVA et al., 2018; TOMM et al., 2018). Também existe relação com a posição geográfica, nível tecnológico empregado e educação do próprio consumidor (SOARES; JÚNIOR, 2018).

As causas primárias resultam geralmente em grandes perdas e desperdícios pós-colheita, podendo variar de uma região para outra, destacando-se as desordens fisiológicas, injúrias fitopatológicas, biológicas e danos mecânicos, favorecidos pela perecibilidade inerente de cada espécie, associado às práticas inadequadas aplicadas nas diferentes etapas da cadeia produtiva (SOUSA et al., 2018).

As injúrias mecânicas são caracterizadas por amassamentos, furos, riscos e quebras, enquanto as fitopatológicas consistem em lesões causadas principalmente por fungos e bactérias. As biológicas apresentam lesões ocorridas por insetos, pássaros e roedores; ao passo que as desordens fisiológicas são evidenciadas pelo rápido amadurecimento, perda de massa, cor e textura, amolecimento, brotamento e murchamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Também é importante ressaltar as causas secundárias das perdas e desperdícios pós-colheita de frutas e hortaliças (Figura 1). Essas estão ligadas a sistemas de armazenamento, transporte e comercialização inadequados, aliados à falta de conhecimento sobre o manuseio correto de frutas e hortaliças, que são produtos altamente perecíveis (YAHIA; FONSECA; KITINOJA, 2019). Deve-se considerar que a maturidade na colheita é o fator mais importante que determina o tempo de armazenamento e qualidade final de frutas e hortaliças (KADER; YAHIA, 2011).

### **Interferência sobre os indicadores socioeconômicos**

Dentro do agronegócio, a produção de frutas e hortaliças possibilita a geração de milhões de empregos, sobretudo no setor primário, em virtude da elevada exigência de mão de obra, desde o plantio até a chegada desses produtos aos canais de comercialização (SOUSA et al., 2018). Além da expressiva importância socioeconômica, a produção de frutas e hortaliças é sinônimo de fonte nutricional equilibrada, que proporciona qualidade alimentar e atua diretamente na promoção e manutenção da saúde (HOEK, 2017).

Para garantir o retorno financeiro, é necessário pontuar a redução de perdas e desperdícios na cadeia produtiva de hortifrútiis, especialmente na etapa pós-colheita. Todavia, no setor varejista, as perdas para frutas e hortaliças registram um custo elevado, anualmente (SPAGNOL et al., 2018). Nesse aspecto, o Brasil se destaca entre os países com maiores perdas na cadeia de produção e comercialização de frutas e hortaliças (SOUSA et al., 2018).

Estudos têm demonstrado que para produtos hortifrutícolas, os níveis médios de perdas pós-colheita variam de 35% a 40% em países com baixo aporte tecnológico. Enquanto, nos Estados Unidos, assim como em outros países que investem em

tecnologia de manuseio e conservação, os valores não ultrapassam os 10%. Avaliando a distribuição geral de perdas no mundo, 10% ocorrem dentro da propriedade rural, 50% durante o manuseio e transporte dos produtos, 30% na etapa de comercialização e abastecimento e 10% transcorrem no varejo e consumidor final, de modo que se estendem por toda a cadeia produtiva (FAO, 2014).

Perdas e desperdícios de alimentos ao longo dos últimos anos têm tomado proporções enormes a nível ético e ambiental. Estudos realizados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) mostraram que existem em torno de 821 milhões de pessoas em estado de insegurança alimentar e que um terço de toda a produção alimentar mundial é desperdiçada diariamente (FAO, 2018). Essas estimativas têm forçado entidades governamentais e não governamentais a se unirem para desenvolverem estratégias de mitigação de perdas, principalmente através da identificação de pontos estratégicos na cadeia de distribuição.

Produtos hortifrutícolas colhidos muito cedo ou muito tarde são mais suscetíveis a distúrbios fisiológicos e têm uma vida útil mais curta do que aqueles colhidos na maturidade adequada. Com isso, levantamentos têm sido realizados junto ao setor varejista buscando alcançar uma visão mais ampla e segura dos fatores que ocasionam as perdas, de forma a promover conscientização no uso de técnicas e procedimentos adequados para conservação dos produtos vegetais (NASCIMENTO et al., 2019; BARBOSA et al., 2012).

Os efeitos das perdas são percebidos na dinâmica de mercado, pois o aumento significativo nas perdas pós-colheitas leva a modificações em importantes parâmetros econômicos, que podem resultar na diminuição da quantidade de produto ofertado, acompanhado de um aumento no preço de equilíbrio (FIGUEIRINHA, 2019). No âmbito dos supermercados e sacolões, a Associação Mineira de Supermercados (AMIS) apontou que R\$ 750 milhões de reais são perdidos no segmento de alimentos.

Levando em consideração o faturamento líquido, a Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), em 2015, constatou que são perdidos 8,29% no faturamento do setor varejistas de frutas e hortaliças, que o caracteriza como o departamento que mais perde (SPAGNOL et al., 2018; EVANS, 2015). Esses levantamentos demonstram que as perdas pós-colheita contribuem significativamente para a baixa rentabilidade dos estabelecimentos comerciais (COSTA et al., 2015).

É importante ressaltar que cada produto vegetal apresenta um comportamento típico, sobretudo quanto à perecibilidade. Com isso, as perdas individuais para cada fruta e/ou hortaliça comercializada varia. Tofanelli et al. (2009), em estudo realizado no setor varejista de Mineiros, Goiás, observaram as maiores perdas para o mamão (7,2%), tomate (6,2%), abacaxi (6,0%) e banana (5,2%), em virtude, principalmente, do armazenamento inadequado. No Distrito Federal, Lana et al. (2000) observaram perdas médias totais de 25%, 13%, 30% e 20% para cenoura, tomate e pimentão, respectivamente. Já em Londrina, Paraná, as perdas totais de frutas, legumes e hortaliças alcançaram 14,52%, com maiores índices para o tomate (21,73%), sendo a podridão o maior causador de desperdícios (SILVA, 2018).

No concernente aos agentes causais, Almeida et al. (2012) verificaram que injúrias causadas por fitopatógenos e danos mecânicos contribuíram para uma perda mais acentuada em pimentão, tomate, cenoura e batata no município de Areia, Paraíba. Em Santarém, Pará, Guerra et al. (2017) registraram perdas em todos os segmentos avaliados, com destaque para as feiras livres (50 a 55% ) em relação ao supermercado (45%), de forma que todas as hortaliças avaliadas (pimentões, batatas e cebolas) apresentaram algum dano, atribuído como responsáveis pelas perdas de forma direta ou indireta.

No município de Botucatu, estado de São Paulo, foram verificadas perdas médias de banana no mercado varejista de 11,10% do volume comercializado, sendo 10,50% em supermercados, 15,00% em quitandas/sacolões e 10,60% em feiras livres. Dentre as principais causas, destacaram-se manipulação excessiva pelo cliente, excedente de oferta, uso de embalagem inadequada e baixa qualidade da fruta (SILVA et al., 2003).

Dessa forma, pode-se observar que, apesar das mais diferentes características econômicas ou sociais, as perdas pós-colheita na comercialização de frutas e hortaliças estão presentes nas cinco regiões brasileiras. Dada as condições particulares de cada região, o mesmo produto terá índices bastante variados, pois é dependente do nível de tecnologia adotado, manuseio, condições pré-colheita, entre outros fatores.

Um dos principais desafios na quantificação de perdas é a escolha de um método que reproduza a realidade. A quantificação pode ser obtida medindo-se diretamente a perda de peso/qualidade, estimando-se essas perdas por meio de cálculos, ou por meio de uma pesquisa com questionário. Todas as três abordagens têm desvantagens. A medição direta de perdas fornece dados precisos, mas o processo de coleta é demorado e caro. As estimativas, por sua vez, são mais rápidas e baratas de serem obtidas, mas são menos precisas.

A estimativa das perdas pós-colheita é importante para a formulação de políticas agrícolas, melhoria da segurança alimentar, direcionamento apropriado dos programas de redução de perdas, monitoramento e avaliação das atividades de redução de perdas. No Brasil, as centrais de abastecimento desempenham um papel importante nesse monitoramento, embora não abranjam significativamente as perdas que ocorrem.

### **Ações para redução de perdas**

As perdas pós-colheita de frutas e hortaliças ocorrem devido à falta de técnica adequada de colheita, transporte, armazenamento e distribuição. O estado fresco das frutas e hortaliças após a colheita é controlado pelo teor de água, taxa respiratória, produção de etileno, hormônios vegetais endógenos e fatores exógenos, como crescimento microbiano, temperatura, umidade relativa e composições atmosféricas (KADER; YAHIA, 2011). A negligência nessas etapas, até a exposição dos hortifrutícolas, para comercialização contribui expressivamente para redução da sua qualidade, assim como para o aumento de perdas e prejuízos (YAHAYA; MARDIYYA, 2019).

As intempéries climáticas, associadas à temperatura e umidade relativa elevada, favorecem o crescimento de microrganismos que resultam em sérios danos aos produtos vegetais. Também aumentam a taxa de respiração de frutas e hortaliças, resultando na degradação dos tecidos internos; por outro lado, a diminuição da temperatura pode provocar lesões que são observadas, principalmente, em frutas e hortaliças tropicais e subtropicais. Desse modo, o conhecimento das condições de temperatura e umidade relativa para o adequado armazenamento pode propiciar uma vida útil maior, aumentando as chances de consumo para frutas e hortaliças (Tabelas 1 e 2). As faixas de temperatura, bem como de umidade, podem sofrer variações dependendo das condições de cultivo, variedades, estágio de desenvolvimento, emprego de tecnologia de conservação, influenciando na vida útil do produto (PALIYATH et al., 2008).

**Tabela 1.** Temperatura de armazenamento e umidade relativa recomendadas para diferentes hortaliças.<sup>1</sup>

Hortaliças	Temperatura (°C)	UR (%)	Tempo de vida útil (dias)
Abóbora	1,7-11,6	70-75	24-36
Alface	0,0	98-100	15-20
Alho	0,0	67-70	180-210
Batata	3,0-4,4	85	100-120
Batata-doce	10,0-12,8	80-90	98-150
Berinjela	8,0-12,0	90-95	5-10
Beterraba	0,0	98-100	120-180
Cebola	0,0	95-100	20-30
Cenoura	0,0	98-100	20-30
Coentro	0,0-1,7	90	5-7
Couve	0,0	95-100	10-15
Couve-flor	0,0-1,7	85-95	10-15
Ervilha	0,0	95-98	5-15
Mandioca	0,0-1,7	85	160-172
Melancia	7,2-15,6	80-90	10-14
Melão	1,7-3,3	85-90	10-12
Pepino	10,0-11,7	92	8-10
Pimentão	9,0-13,0	90-95	15-20
Quiabo	8,9	90	10-14
Repolho	0,0	98-100	20-40
Tomate	13,0-21,0	90-95	10-15

**Fonte:** Adaptado de Luengo et al., (2007); Yahaya; Mardiyya, (2019). <sup>1</sup>Nota: Varia de acordo com a cultivar, maturidade e condições pré e pós-colheita.

A etapa de armazenamento é crucial para a conservação da qualidade e vida útil dos produtos hortifrutícolas. Contudo, o que se apresenta na maioria dos estabelecimentos são práticas inadequadas. Assim, dada a condição ambiente com altas temperaturas, a adoção de sistemas refrigerados se constitui como um dos meios mais eficazes para manutenção da qualidade de grupos específicos de frutas e hortaliças, tais como, as frutas climatéricas, hortaliças-fruto e hortaliças folhosas. Tal colocação foi

ênfâtizada por Spagnol et al. (2018) ao destacarem que a utilizaçãõ de sistemas refrigerados é um dos meios mais eficientes para reduçãõ da taxa metabólica dos produtos vegetais e, consequentemente, prolongamento da vida útil pós-colheita. Dessa forma, é necessário conhecer as condições ótimas de armazenamento, considerando as faixas de temperatura e umidade mais adequadas desses produtos vegetais (Tabelas 1 e 2), atentando para o fato que varia de acordo com a cultivar, maturidade e condições pré e pós-colheita.

**Tabela 2.** Temperatura de armazenamento e umidade relativa recomendadas para diferentes frutas.<sup>1</sup>

<b>Frutas</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Tempo de vida útil (dias)</b>
Abacate	4,4-13,0	85-90	15-20
Abacaxi	10,0-14,0	85-90	14-28
Banana	15,5-21,0	80-85	15-20
Goiaba	8,3-10,0	80-85	15-21
Laranja	4,4-7,2	85-90	21-56
Limão	7,20-8,80	85-90	60-90
Maçã	0,0-1,66	85-90	127-240
Mamão	8,3-10,0	80-85	20-22
Manga	7,2-8,8	85-90	15-20
Maracujá	5,5-7,2	80-85	30-38
Pêra	0,0-1,0	85-90	97-190
Uva	0,0-1,66	80-85	45-60

**Fonte:** Yahaya; Mardiyya, (2019). <sup>1</sup>Nota: Varia de acordo com a cultivar, maturidade e condições pré e pós-colheita.

Diversas estratégias podem ser utilizadas para mitigar as perdas. A adoção de boas práticas pós-colheita é uma delas. No entanto, grande parte dos envolvidos apresenta falta de capacitação técnica e apresentam um mal planejamento administrativo, resultando em prejuízos financeiros. Camargo e Mazzei (2001) salientaram que o mercado de hortifrúti necessita de planejamento na produção e comercialização, pois é um mercado regionalizado dentro do contexto geográfico.

Os principais motivos para as perdas dos produtos hortifrutícolas, segundo Tofanelli et al. (2009), é o armazenamento inadequado (25,3%), excesso do volume ofertado (15,1%), condições climáticas (15,1%) e condições inadequadas de transporte (12,7%). Como grande parte do que é ofertado no Maranhão advém de outras regiões, o percurso até os canais de comercialização pode acarretar perdas. Nesse ponto, o ideal seria o incentivo à produção local, o que diminuiria os custos, reduziria a distância entre o local de colheita e comercialização e, consequentemente, preços mais viáveis.

Existem, atualmente, medidas que podem ser adotadas para diminuir os elevados números de perdas de frutas e hortaliças desde a colheita até a comercialização. Segundo metas estabelecidas pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), espera-se que até 2030 haja redução de 50% do que é perdido em alimentos ao longo da cadeia produtiva e abastecimento, englobando as perdas pós-colheita, assim como o

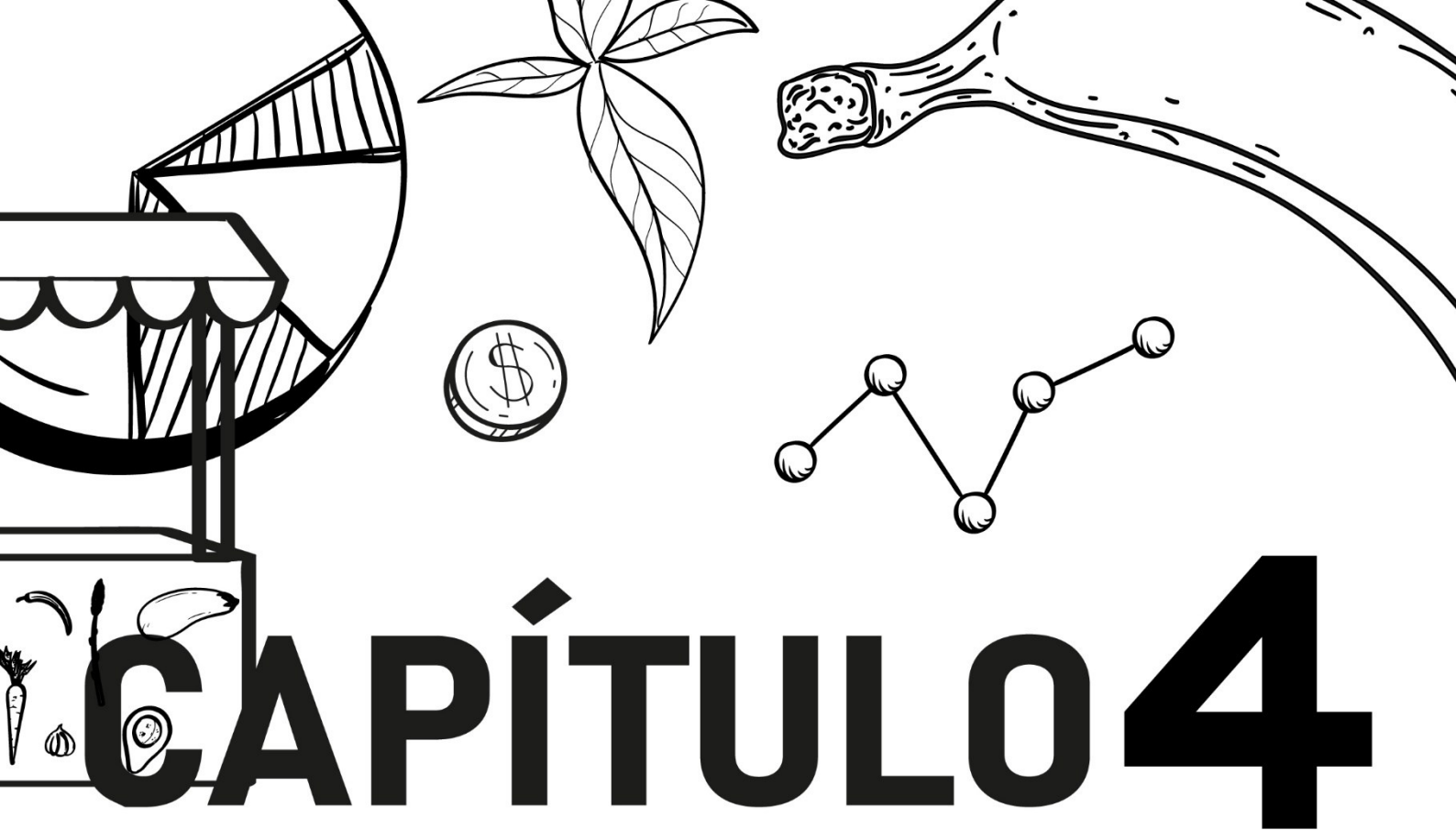
desperdício global de alimentos (FAO, 2018). Nesse contexto, todas as instâncias governamentais devem atuar no desenvolvimento de políticas que promovam a redução de perdas e de desperdício de alimentos, sobretudo os frescos como as frutas e hortaliças.

### **Considerações finais**

Buscar a redução das perdas pós-colheita e a conservação da qualidade são essenciais para aumentar a disponibilidade de alimentos produzidos, apresentando um grande significado para a segurança alimentar, o crescimento econômico e o bem-estar da sociedade em geral. Em relação à produção de frutas e hortaliças, é inegável sua importância como principal atividade geradora de emprego e diversificação de renda de inúmeras famílias nos diferentes quadrantes do Brasil, além de influenciar diretamente os aspectos socioeconômicos e fornecer alimentos essenciais para manutenção da qualidade de vida. No entanto, os elevados índices de perdas, sobretudo na etapa pós-colheita, são vistos como um dos maiores gargalos na cadeia produtiva de hortifrútiis, devido às características intrínsecas inerentes de cada espécie associada à inexistência de práticas ao longo da cadeia de distribuição.

O manuseio incorreto durante a colheita, embalagem, transporte e armazenamento, somado às condições climáticas desfavoráveis e à contaminação estão entre as causas principais dos danos mecânicos, patológicos e fisiológicos. O apoio governamental dado para a melhoria da cadeia de distribuição e redução da perda pós-colheita e da deterioração da qualidade dos produtos hortifrutícolas é baixo e insuficiente.

Nesse sentido, é evidente a necessidade de medidas que visem mitigar as perdas que ocorrem, desde a colheita até a comercialização desses produtos (varejo e/ou atacado), principalmente pela inserção de políticas públicas voltadas para incentivos financeiros que estimulem a expansão da horticultura no Maranhão. Além disso, são necessárias capacitações com os principais envolvidos nesses canais de distribuição, de modo a conscientizá-los quanto ao gerenciamento da atividade e adoção de boas práticas pós-colheita. Portanto, o somatório dessas estratégias pode contribuir para a redução de prejuízos, melhoria na qualidade dos produtos ofertados e, conseqüentemente, aumento na rentabilidade comercial.

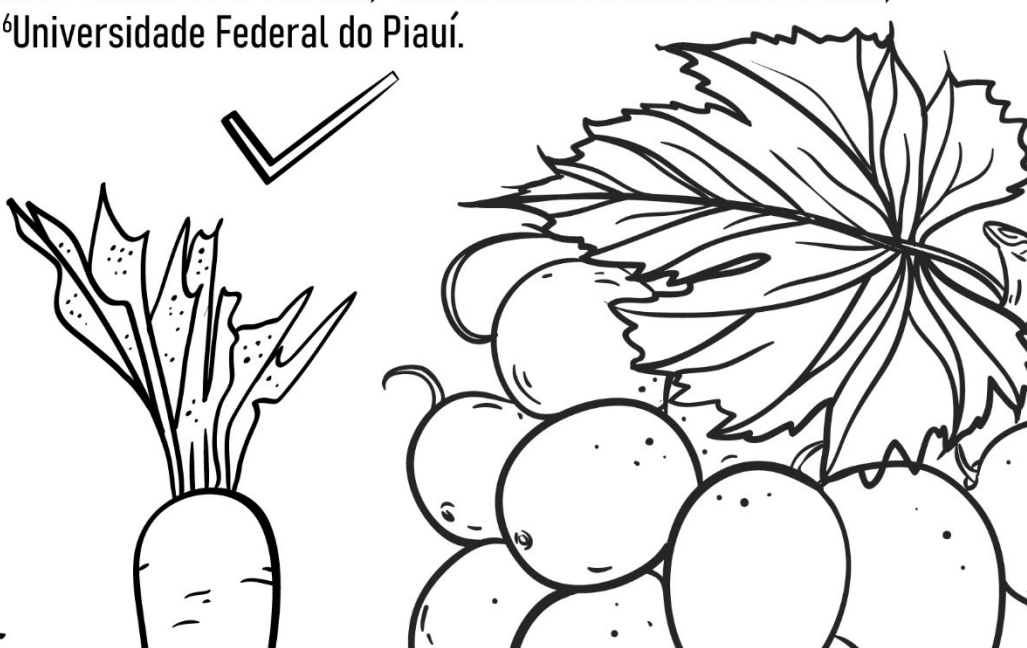
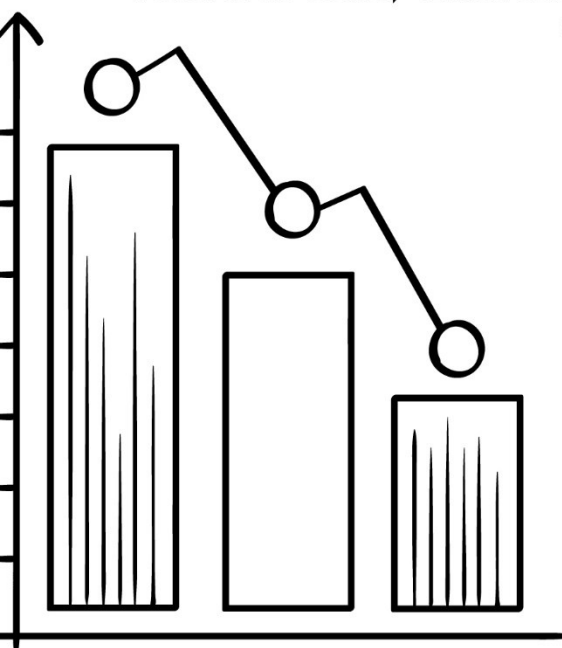


# CAPÍTULO 4

## PERSPECTIVAS ECONÔMICAS E MERCADOLÓGICAS ORIUNDAS DA COMERCIALIZAÇÃO E PERDAS PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

Ricardo Alves de Araújo<sup>1</sup>; Tiago Vieira da Costa<sup>2</sup>; Clésio dos Santos Costa<sup>3</sup>; Luiza de Nazaré Carneiro da Silva<sup>4</sup>; Francisco Naysson de Sousa Santos<sup>5</sup>; Ivone Rodrigues da Silva<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>3</sup>Universidade Federal do Ceará; <sup>4</sup>Universidade Federal do Tocantins; <sup>5</sup>Universidade Federal da Paraíba; <sup>6</sup>Universidade Federal do Piauí.



## Introdução

O reconhecimento de algum tipo de impacto negativo das perdas pós-colheita é, sem sombra de dúvidas, algo notório pela sociedade, até mesmo porque o aumento da renda e a expansão da população pressionam continuamente o setor de alimentos para atender à crescente demanda em muitos países. No Brasil, por exemplo, é amplamente difundida a ideia de que os indicadores de perdas pós-colheita variam entre 30 a 45%.

Como o Brasil está entre os cinco maiores produtores agrícolas do mundo, é provável que os prejuízos econômicos decorrentes do desperdício de produtos agrícolas representam uma expressiva parcela da economia nacional. Estima-se que as perdas estão concentradas na seguinte escala: 10% no campo, 50% no manuseio e transporte, 30% na comercialização e abastecimento e 10% no varejo e consumidor final.

Segundo estudos da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), cerca de 30% de toda a produção brasileira, em média 60 milhões de toneladas por ano, é perdida comercialmente, o que significou, em 2018, um prejuízo econômico estimado em 940 bilhões de dólares. Na verdade, é difícil estimar um número exato, mas, apesar da modernização dos sistemas produtivos e da logística na distribuição, as perdas pós-colheita continuam sendo um problema persistente e relevante. Entretanto, no que concerne à parte econômica, pouco se sabe sobre este tema. Essa falta de informações ocorre devido a vários fatores, tais como a concentração e distribuição desses produtos.

Contudo, um estudo conduzido pela FAO é considerado, hoje, a base para que muitas das pesquisas relacionadas ao tema sejam conduzidas de forma mais abrangente, buscando suprir essa deficiência, fornecendo estimativas para grupos de países definidos com base nas similaridades geoeconômicas, referentes às perdas de alimentos em diferentes etapas da cadeia produtiva. Dessa forma, o levantamento realizado naquele estudo permite a realização de várias análises mais aprofundadas sobre este tema. Ressalta-se que os pesquisadores daquele estudo constataram que as perdas pós-colheita para os países com baixo/médio nível de renda, que é a situação brasileira, são relativamente superiores àquelas observadas para os países de alta renda.

Essa comparação das perdas entre diferentes grupos de países, para diferentes grupos de produtos e estágios do processo de pós-colheita, resulta em um bom diagnóstico dos pontos que permitiriam um avanço na redução das perdas, principalmente para países com grande produção agrícola e cuja economia é altamente impactada por estes produtos, como é o caso do Brasil. Apesar da lacuna de informações econômicas, na parte social, a realidade e perspectiva futura não são nada otimistas, haja vista que a demanda por produtos agrícolas enfrenta um aumento sem precedentes, pois a população mundial deverá chegar a nove bilhões em 2050.

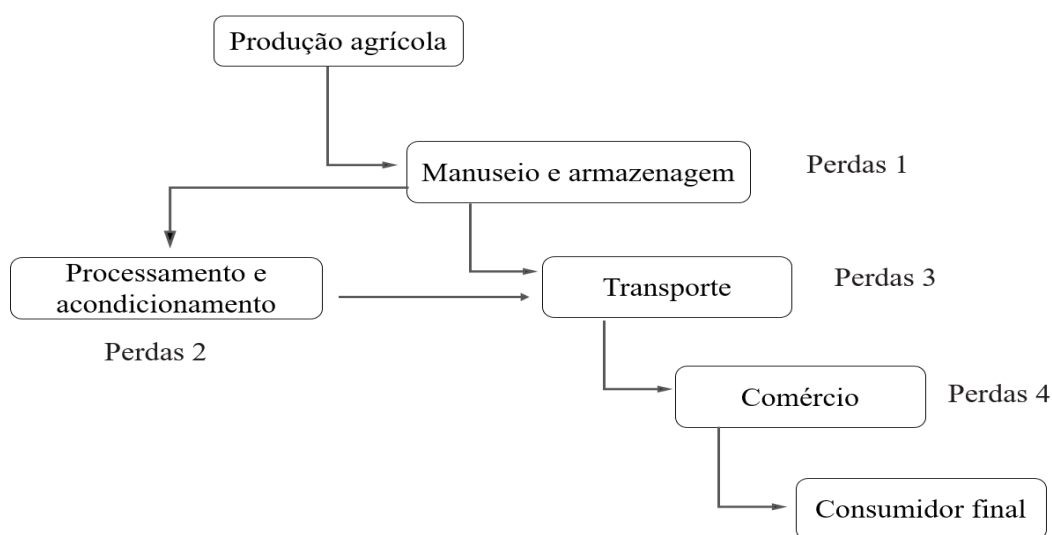
Daqui a trinta anos, a maior parte dessa população residirá em países em desenvolvimento, terá renda mais alta e desejará uma dieta mais rica. Até lá, haverá um aumento de 35% na demanda por alimentos. No entanto, o crescimento da produtividade agrícola mundial tem diminuído, já que o crescimento anual é estimado em apenas 1% nas próximas duas décadas, muito mais lento que as tendências

históricas. Para atender à demanda de alimentos em 2030, serão necessários 175 a 220 milhões de hectares adicionais de terras cultiváveis (FAO, 2014 e IPCC, 2014). Dessa forma, mais importante que sabermos o tamanho do impacto econômico, é encontrarmos soluções para que as perdas sejam as mínimas possíveis. Assim a redução da perda econômica será consequência dessa solução.

### Estimativa do valor econômico derivante das perdas pós-colheita

A perda de alimentos é um problema global. Anualmente, estima-se que aproximadamente um terço de toda a produção seja perdida, atingindo 1,3 bilhão de toneladas de alimentos em todo o mundo (FAO, 2011a; FAO, 2011b; LIPINSKI et al., 2013). Diante disso, existe, no cenário nacional, uma demanda muito grande em metodologias ou informações que podem estimar os volumes das perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil, atribuindo assim valores econômicos reais a esse tema. Porém, para entender o processo econômico das perdas, há a necessidade de compreender todas as etapas pós-colheita.

Na Figura 1, pode-se observar o caminho pelo qual o produto agrícola percorre entre o produtor e o consumidor final, bem como onde ocorrem as perdas estimadas ao longo do sistema de comercialização. Portanto, sem levar em consideração o desperdício de alimento pelo consumidor final.



**Figura 1.** Processo demandados na economia entre a produção agrícola e o consumidor final e indicação das etapas de perdas.

Basicamente, as perdas podem ser distribuídas em quatro etapas, que estão de certa forma interligadas. A primeira etapa representa todas as baixas que acontecem antes da porteira e que podem ser facilmente mensuradas economicamente, haja vista que os produtores têm maior controle sobre essa etapa. A segunda etapa consiste na seleção de produtos ou beneficiamento, o que por sua vez acarreta em aumentos do preço do produto. Segundo Gustavsson et al. (2013), para as duas primeiras etapas do processo, produção agrícola, manuseio pós-colheita e armazenamento, o volume

disponível é a capacidade produzida pela região ou local que se pretende mensurar as perdas econômicas. Esse, portanto, necessita de manuseio correto, pois as perdas nas próximas etapas podem ser a consequência desse manejo.

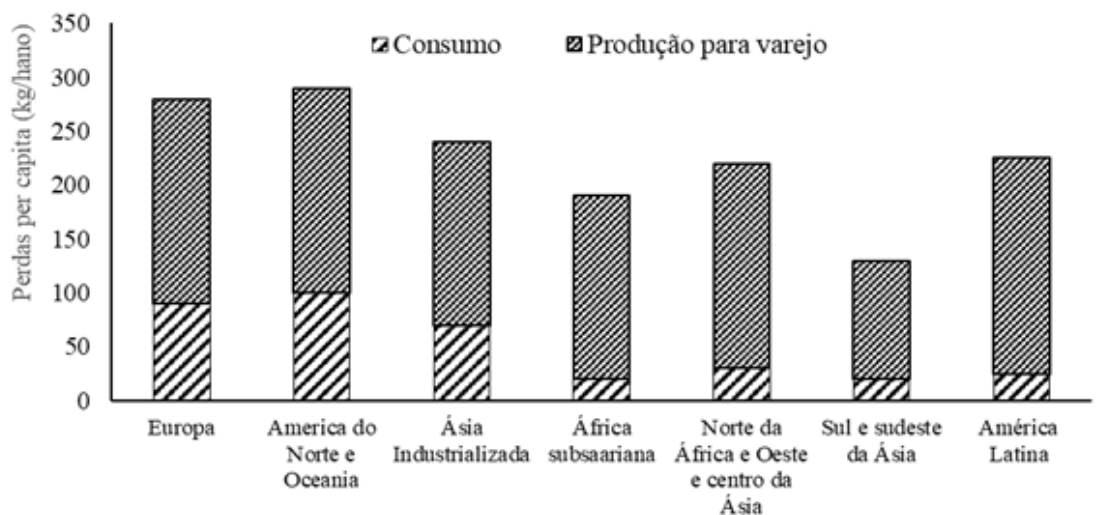
As injúrias e perdas estão presentes nas mais variadas etapas do processamento (Perdas 2), sendo que os principais inconvenientes estão relacionados às injúrias mecânicas, que por sua vez são causadas por choques e abrasões do produto com superfícies mais duras, resultando em materiais quebrados, trincados, fragmentados, arranhados e inteiramente danificados (FESSEL et al., 2003; OBANDO-FLOR et al., 2004).

Na terceira etapa, a distância entre produtor e consumidor final, aliado aos mais diferentes tipos de transporte podem aumentar de forma exponencial o impacto econômico das perdas. Se pegarmos, por exemplo, a produção de milho no Brasil, a safra 2018/2019 teve produção da ordem de 238,5 milhões de toneladas, um aumento de 4,7% em relação à safra 2017/2018. Essa produção, embora satisfatória, ainda poderia ser maior, não fosse pelos problemas enfrentados com a logística do descarte de grãos, onde bilhões são perdidos devido ao investimento limitado em infraestrutura.

E por fim, as perdas no comércio e consumidor final, que são as mais sentidas, haja vista que é a parte em que a sociedade vê de fato o desperdício, o que leva muitos a questionarem: quão representa economicamente tais perdas? Pois bem, para tentar resolver esse questionamento, a FAO fez um levantamento das perdas de alimentos e dividiu pela quantidade de habitantes por região, chegando ao valor de perdas per capita nas mais diversas regiões. As quais devido às diferenças dentro dos próprios continentes foram agrupadas em blocos mais parecidos referentes ao consumo e economia.

Observou-se que, na Europa e América do Norte, o valor chega a 280-300 kg/ano. Na África subsaariana e no Sul/Sudeste da Ásia é 120-170 kg/ano. Por outro lado, o total de produção per capita de alimentos é, na Europa e América do Norte, cerca de 900 kg/ano e, na África subsaariana e no Sul/Sudeste da Ásia, 460 kg/ano (Figura 2). De forma resumida, pode-se observar que as perdas de alimentos, nos países industrializados, são tão altas quanto nos países em desenvolvimento. Todavia, nos países em desenvolvimento, mais de 40% das perdas de alimentos ocorrem logo após a colheita e/ou no processamento, enquanto nos desenvolvidos, mais de 40% dos prejuízos ocorrem no varejo e consumidor.

Entre as principais causas de perdas pós-colheita, nesses países, estão as embalagens precárias, falta de planejamento da quantidade a ser ofertada e manuseio excessivo pelos produtores, comerciantes e consumidores (CHITARRA; CHITARRA, 2005; GUSTAVSSON; STAGE, 2011; SCHNEIDER, 2013; LEBERSORGER; SCHNEIDER, 2014).



**Figura 2.** Perdas per capita de alimentos no consumo e comercialização no varejo, em diferentes regiões.

**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de Gustavsson e Stage (2011).

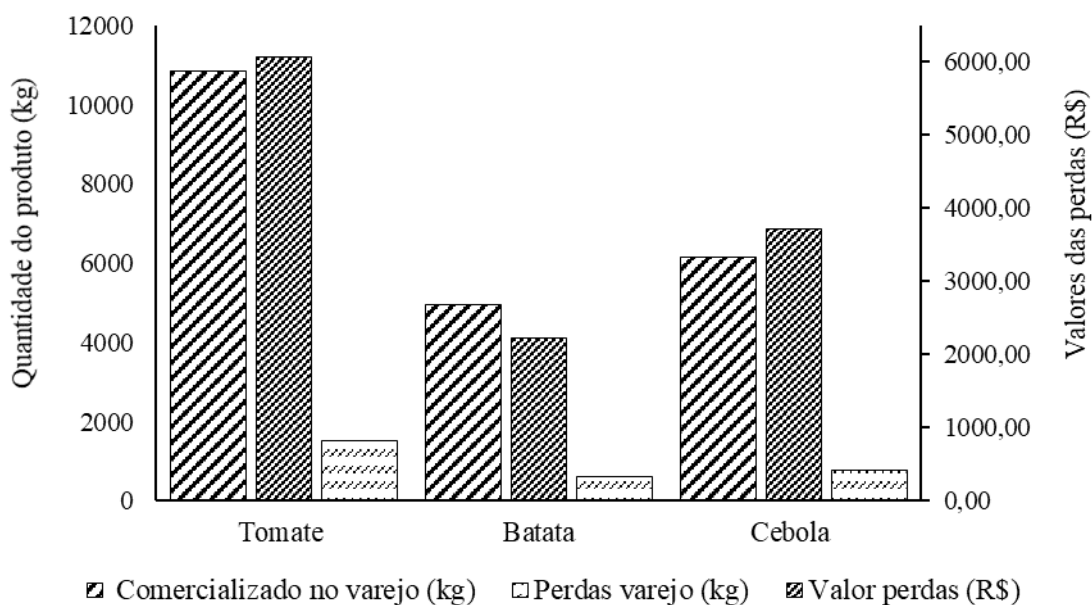
Dessa forma, se pararmos para pensar que, nos países em desenvolvimento, boa parte da economia é oriunda da produção de produtos agrícolas, os impactos econômicos, nesses países, são mais marcantes na sociedade. As perdas pós-colheita são significativas e causam déficit econômico maciço nos países menos industrializados. Na Índia, por exemplo, o segundo país mais populoso do mundo, existe uma busca incessante pela redução das perdas pós-colheita, visando alcançar a sustentabilidade ao equilibrar as dimensões econômica, social e ambiental (RAUT et al., 2018).

Num estudo para identificar os fatores causais e cruciais das perdas pós-colheita na cadeia de frutas e legumes no contexto indiano, Raut et al. (2018) desenvolveram um modelo matemático capaz de destacar os fatores mais críticos que devem ser priorizados para a redução progressiva dessas perdas. Os três principais fatores causais significativos foram: a falta de vínculos entre setor produtivo e governo, em primeiro lugar. O clima e condições meteorológicas em segundo e, em terceiro lugar, a falta de vínculos no canal de comercialização, pois existe uma lacuna entre o portão da fazenda ao mercado, principalmente para os pequenos agricultores que têm mais dificuldades no escoamento. No Brasil, não é tão diferente, porém a maior parte dos estudos sobre perdas pós-colheita são realizados no elo final dos canais de comercialização, ou seja, no varejo.

Nesse contexto, vários estudos tentam mensurar essas perdas (NASCIMENTO et al., 2019; FERREIRA et al., 2020), porém a maioria apresenta dados locais. De certa forma, esses resultados podem dar embasamento técnico para avaliarmos as perdas econômicas, porém restritas às localidades, que, por sua vez, podem ser extrapoladas para um estado da federação. No trabalho de Sousa et al. (2018), por exemplo, os autores avaliaram as perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão. Eles observaram que para o tomate, o volume médio comercializado foi de 226,50 kg/semana, com perda de 14,11%, para a batata 103,50

kg/semana, com perda de 12,63% e para cebola 128,70 kg/semana, com perda de 10,44%.

Ao extrapolar os valores para o período de um ano (Figura 3), observa-se que as perdas com tomate passam de uma tonelada (1.518,72 kg/ano), propiciando prejuízo de R\$ 6.074,88 ao mercado varejista, pela média do preço desta hortaliça em 2019 (CEPEA, 2019). De forma similar, as outras duas hortaliças geram grandes perdas econômicas ao varejista. Além disso, deve-se lembrar que, nos sistemas de comercialização agrícola, o mercado varejista de hortaliças apresenta baixo markup, o que pode representar uma perda bem maior que o atacado e produtor.



**Figura 3.** Perdas per capita de alimentos no consumo e comercialização no varejo, em diferentes regiões.

**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de Sousa et al. (2018).

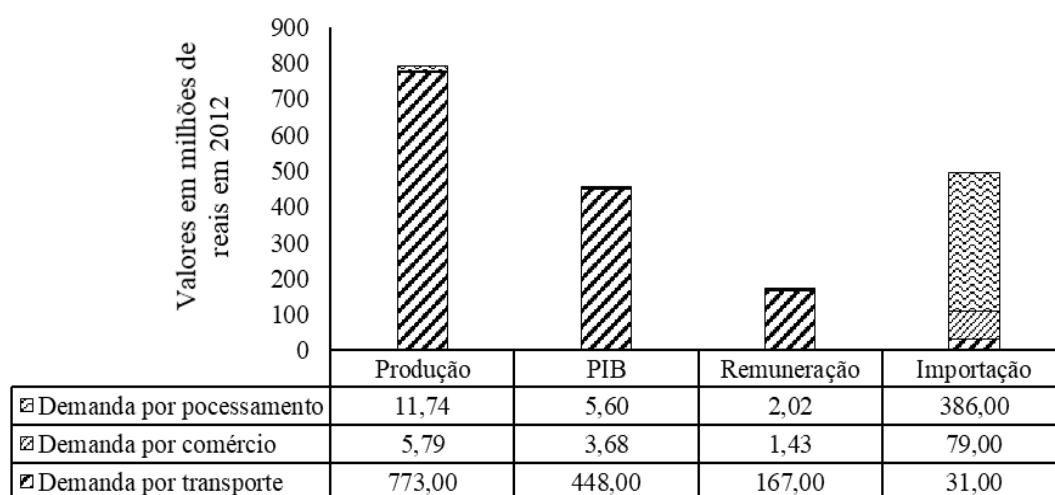
Se considerarmos que os autores destacaram as desordens fisiológicas como as principais causas de perdas pós-colheita em hortaliças e que a distribuição ocorre de forma parecida no país, podemos extrapolá-los para mercados com características similares. Sendo assim, se observarmos que, no Brasil, existem 65 municípios com a mesma característica econômica e social de Chapadinha, Maranhão (IBGE, 2019), pode-se simular quanto este conjunto de municípios desperdiçam esses três produtos (tomate, batata e cebola), em aspectos econômicos. A estimativa é de R\$ 781.359,20, ou seja, equivalente a 747 salários mínimos vigentes em 2020. Através dessa extrapolação, podemos ver o quão impactante são as perdas pós-colheita na economia. Ressalta-se ainda que esses 65 municípios representam apenas 2,48% da população brasileira, o que deixa os dados mais alarmantes.

## Possíveis impactos da redução das perdas pós-colheita na economia brasileira

Diante de tudo exposto até então, tanto a sociedade quanto os pesquisadores da área econômica fazem a mesma pergunta: qual seria o efeito de uma possível redução das perdas sobre a economia brasileira? Pois bem, essa questão não é fácil, haja vista que existe uma grande dificuldade de juntar e analisar esses dados. Costa et al. (2015) publicaram um artigo na Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural que serve de embasamento para sanar essa dúvida.

Os autores avaliaram os impactos diretos e seus efeitos multiplicadores na economia, isto é, os impactos indiretos e de efeitos sobre a renda, obtidos a partir desses choques. Na Figura 4, são apresentados separadamente os choques de aumento de demanda, no processamento dos produtos agrícolas (Perdas 2), no transporte (Perdas 3) e no comércio (Perdas 4). Os valores instruem sobre o aumento na demanda pelo processamento dos produtos agrícolas, assim como seus impactos na economia brasileira.

Somente o aumento na demanda pelo processamento, causado pela redução nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil, poderia aumentar R\$ 11,7 bilhões em produção e R\$ 5,6 bilhões em PIB (preços de 2012). Derivando disso um aumento de mais de 200 mil postos de trabalho e R\$ 2 bilhões em remuneração do trabalho seriam somados ao ano, no País, o que corresponde a exatamente 1.913.875 salários mínimos vigentes no ano de 2020.



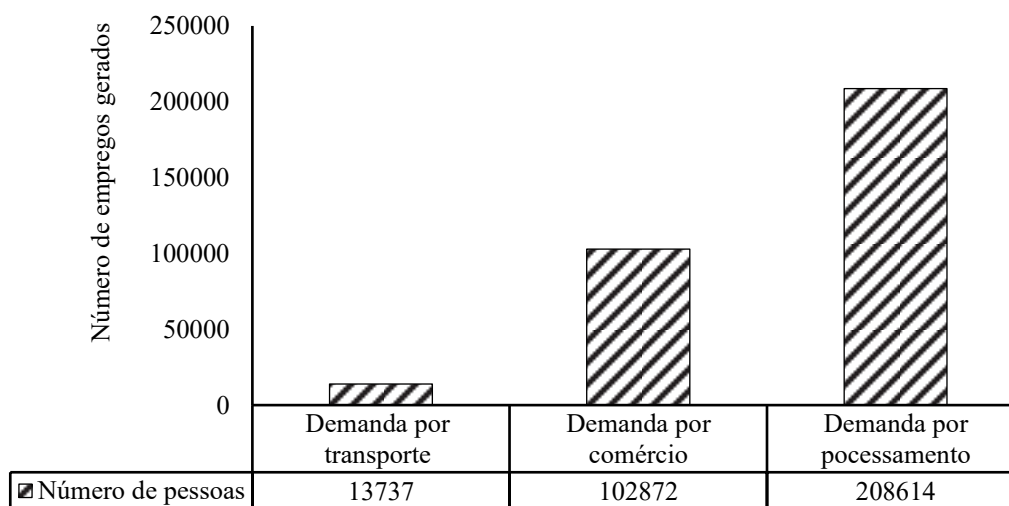
**Figura 4.** Valores estimados dos impactos difundidos sobre a economia brasileira resultantes da redução nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas.

**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de Costa et al. (2015).

Os impactos econômicos derivados do aumento na demanda pelos serviços de transporte e comércio também são significativos. Apesar de terem originado os menores impactos, em termos absolutos, entre os três choques analisados, o aumento na demanda por transporte foi o choque que originou os maiores impactos na economia, causando um aumento total no valor da produção de R\$ 773 milhões. No caso do aumento na demanda de comércio gerada pela redução nas perdas, o impacto na economia poderia

gerar aumento anual de R\$ 5,7 bilhões em produção, R\$ 3,67 bilhões em PIB e R\$ 1,4 bilhão em remuneração (preços de 2012).

Portanto, o impacto econômico total ocorre não apenas no valor da redução das perdas estimadas, a qual já foi produzida pela economia, como também com o aumento na produção (R\$ 18,2 bilhões), derivada do aumento da demanda por serviços, o que equivale ainda a um aumento no valor do PIB de R\$ 9,7 bilhões, gerando mais de 320 mil empregos diretos (Figura 5).



**Figura 5.** Valores estimados dos impactos difundidos sobre a geração de empregos resultantes da redução das perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil.

**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de Costa et al. (2015).

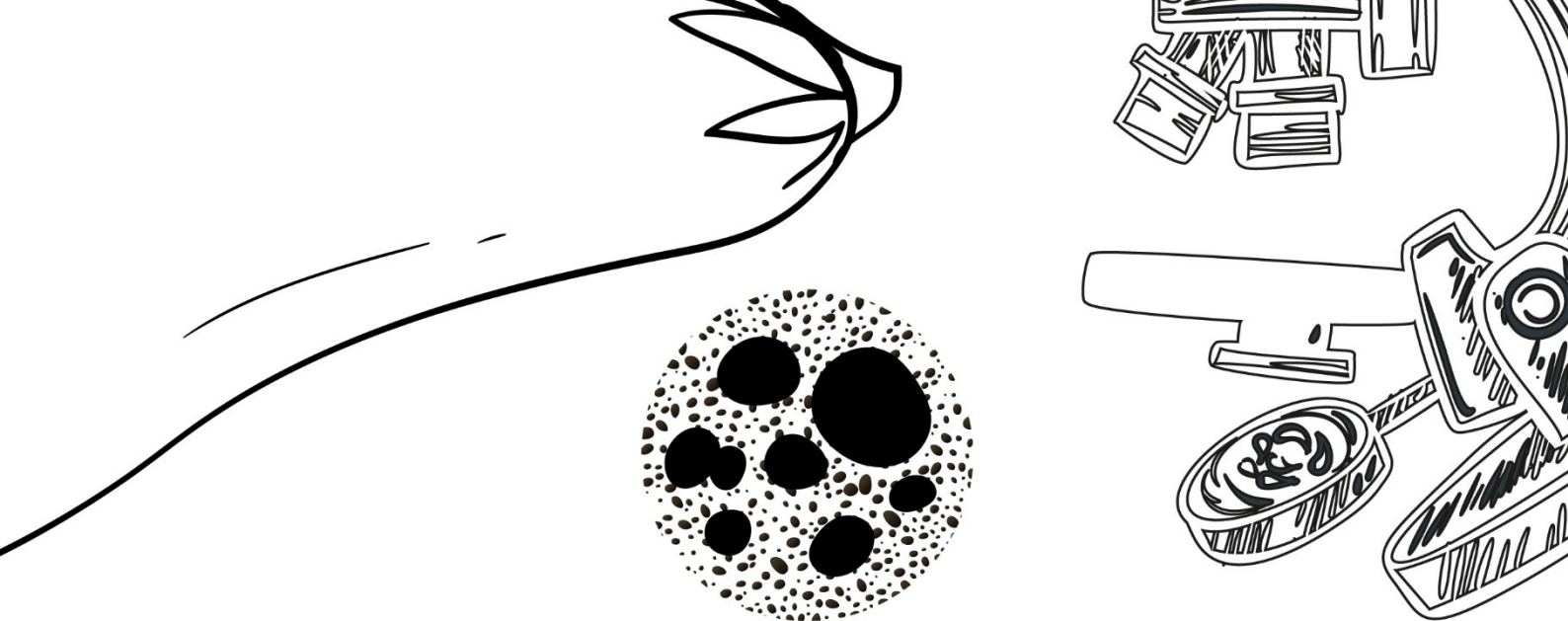
Por outro lado, a demanda por transporte geraria um aumento de mais de 13 mil postos de emprego originados por este choque e mais de 100 mil empregos pela demanda no comércio. Deve-se ressaltar que essa ascensão econômica geraria um aumento na demanda por importação no valor de R\$ 0,6 bilhão. Somada ao valor que o Brasil poderia exportar, através da redução nas perdas (R\$ 9,8 bilhões), isso representaria um ganho de R\$ 9,2 bilhões no Balanço Comercial do País.

### Considerações finais

Diante do exposto, pode-se concluir que, embora a comercialização de produtos agrícolas contribua de forma significativa na economia brasileira, ela apresenta um grande desafio para a manutenção da competitividade, pois há alguns gargalos que induzem a não expressão do seu máximo potencial. Dessa forma, dentre os aspectos que podem ser melhorados para aumentar a eficiência produtiva desse segmento, bem como de outros relacionados, a redução das perdas pós-colheita é, sem dúvidas, o principal objeto, pois pode representar ganhos substanciais para a economia brasileira.

De fato, os poucos estudos sobre o tema mostram que é na etapa pós-colheita que ocorrem as maiores perdas de produtos agrícolas. Logo, observa-se que a magnitude dos ganhos potenciais são expressivos e podem ser empregados como parâmetros para uma análise de custo/benefício a ser utilizada na definição de políticas públicas para o

investimento em infraestrutura logística, particularmente para o armazenamento, transporte e qualificação dos trabalhadores, dentre outros aspectos.



# CAPÍTULO 5

## DOENÇAS PÓS-COLHEITA EM FRUTAS E HORTALIÇAS

Izumy Pinheiro Doihara<sup>1</sup>; Francisco Ivo dos Santos Aguiar<sup>2</sup>; Maria das Dores Cardozo Silva<sup>1</sup>;  
Marina Pacheco Santos<sup>1</sup>; Monik Silva de Moura<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



## **Introdução**

A produção de frutas e hortaliças, no Brasil em 2019, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABAFRUTAS) e o programa Hortifruti Saber & Saúde, gerou cerca de 13 milhões de empregos diretos e indiretos, e produziu cerca de 37 milhões de toneladas anual (REVISTA RURAL, 2019). Apesar da rápida expansão desse setor, alguns segmentos da cadeia produtiva são muito frágeis, o que requerem cuidados especiais. Entre eles, está a patologia pós-colheita, que pode causar perdas elevadas quando não são utilizadas medidas preventivas de manejo.

As doenças fitopatogênicas constituem a principal limitação quanto ao aumento da produção e exportação, pois os consumidores exigem produtos com boa aparência, aroma, sabor e ausência de podridões (VIVAS et al., 2013). Alguns fatores como temperatura, umidade e ocorrência de danos mecânicos podem favorecer o surgimento e estabelecimento de infecções fitopatológicas, causadas, principalmente, por fungos e bactérias fitopatogênicas (SUÁREZ-QUIROZ et al., 2013). Segundo Fischer et al. (2010), esses são responsáveis por 80 a 90% do total de perdas causadas por fitopatógenos. As doenças causadas por vírus, normalmente, não apresentam significância pós-colheita, pois os danos causados por esses, geralmente, são verificados antes da colheita, o que permite sua seleção na colheita (BENATO et al., 2001).

As doenças pós-colheita podem ser divididas em duas categorias: as típicas, ocasionadas por patógenos que infectam os frutos após a colheita, frequentemente, por ferimentos; e as quiescentes, ocasionadas por patógenos que infectam o fruto antes da colheita, mesmo na ausência de ferimentos, permanecendo latentes até a maturação fisiológica (ASSIS, 2015). Por terem o pH geralmente inferior a 4,5; as frutas são mais suscetíveis aos ataques de fungos, ao passo que as hortaliças, com pH superior a esse valor, são mais suscetíveis a ataques de bactérias (PEREIRA et al., 2012).

A caracterização dos danos pós-colheita, com ênfase nas doenças, para avaliar a eficiência de produção e facilitar a tomada de decisão por parte do produtor, do atacadista e do varejista, quanto à necessidade de investimento em medidas de prevenção, só é possível decidir, se a adoção de uma medida de controle será lucrativa ou não, após a quantificação dos danos causados por determinada anomalia. (FISCHER et al., 2010).

### **Principais gêneros de fungos causadores de doenças pós-colheita**

Os fungos se destacam como os agentes de doenças pós-colheita mais envolvidos com as podridões em frutos e são responsáveis por cerca de 80% a 90% do total de perdas causadas por agentes fitopatológicos (OLIVEIRA et al, 2006). Os fungos têm a capacidade de penetrar diretamente na epiderme de tecidos da planta via aberturas naturais ou por ferimentos acidentais, bem como, por meio de estruturas especializadas como os apressórios e uso de enzimas que degradam paredes (RHODEN et al., 2019).

O método de infecção, nas doenças, causadas por fungos geralmente se inicia com a germinação do esporo e essa depende de condições propícias para o ataque, como a temperatura, umidade relativa, pH, presença de nutrientes, oxigênio, entre outros (OLIVEIRA et al, 2014).

De acordo com Carvalho (2010), os gêneros mais comuns de fungos que causam doenças na pós-colheita em frutas e hortaliças são *Colletotrichum*, *Alternaria*, *Phomopsis*, *Botrytis*, *Botryosphaeria*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Rhizopus* e *Sclerotinia*.

### *Alternaria*

As espécies do gênero *Alternaria*, geralmente são descritas como as principais causadoras de podridões na pós-colheita de citrus, curcubitáceas, tomate, batata e muitas outras frutas e hortaliças (OLIVEIRA et al., 2006). Por terem boa resistência a temperaturas baixas e elevadas, essas espécies de fungos apresentam grande adaptabilidade, o que as tornam mais tolerantes a diversos ambientes (ANDRADE, 2011).

O gênero *Alternaria* é composto por fungos imperfeitos que não têm o ciclo ou a organização das estruturas de frutificação (OLIVEIRA, 2007). Segundo Töfoli et al., (2015), a *Alternaria* pode apresentar diferentes nomenclaturas dependendo da cultura que afeta, como pinta-preta para tomates, batata e pimentão; mancha de alternaria, para crucíferas, chichoriáceas e curcubitáceas em geral; mancha púrpura e queima das folhas para cenoura.

Os sintomas mais comuns das doenças causadas por espécies desse gênero e que afetam os frutos, são manchas escuras, geralmente, de coloração marrom a preta, firmes, deprimidas e com a presença típica de anéis concêntricos (TÖFOLI et al., 2015).

### *Colletotrichum*

As espécies do gênero *Colletotrichum* têm uma alta variabilidade inter e intraespecífica, amplo perfil patogênico e gama de hospedeiras, por isso, são relativamente poucas, as cultivares resistentes a este grupo de patógenos (REIS et al, 2009). A antracnose se destaca como a principal doença causada por diferentes espécies de *Colletotrichum*, como *C. gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., *C. musae* (Berk. & M. A. Curtis) Arx, *C. coccodes* Wallr. e *C. dematium* Schw. Os frutos podem ser infectados ainda sem estarem maduros e continuar latentes por longos períodos, manifestando-se mais tarde em frutos maduros provocando lesões circulares deprimidas (LOPES; DE ÁVILA, 2005).

Esses sintomas podem ocorrer nas plantas em qualquer estágio de desenvolvimento, entretanto são mais evidentes nos frutos e se manifestam após a colheita, quando estão prontos para a comercialização (SANTOS, 2018). Os danos causados pelo *Colletotrichum*, nos frutos, são lesões escuras, o que dificulta sua comercialização, pois a maioria desses frutos são destinados ao consumo *in natura* e a

aparência deles é de grande importância para o consumidor (COSTA; ALCANTARA, 2008).

### *Phomopsis*

O gênero *Phomopsis* (teleomorfo *Diaporthe*) é um importante microfungo endofítico, parasita de planta, que habita tecidos vegetais em diversas regiões do mundo (UDAYANGA et al, 2011). As espécies de *Phomopsis* são cosmopolitas e apresentam ocorrência, geralmente, em muitas plantas tropicais. Podem causar sintomas como, manchas foliares necróticas, queima das folhas e brotações novas, cancro, podridões, secamento de haste e ramos (KRUPPA et al., 2012; SANTOS et al., 2018). Segundo Kruppa et al. (2012), esse fungo pode viver saprofiticamente em várias espécies ou na forma endofítica, tornando-se patogênicas quando o hospedeiro se encontra debilitado. Entre as espécies importantes estão, a *P. sojae* Lehman, *P. caricae-papayae* Petr. & Cif., *P. citri* Fawcett.

### *Botrytis*

O mofo-cinzento é uma doença fúngica causada por fitopatógeno do gênero *Botrytis*. A espécie mais importante é a *B. cinerea* Pers. & Fr. [teleomorfo: *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel]. Sua ocorrência é mais comum na pós-colheita causando podridões, podendo ocorrer no campo quando a umidade é alta.

A podridão nos frutos é mais comum na região do cálice, e em partes de frutos que estão em contato com outros frutos. A doença apresenta lesões de cor marrom a marrom-clara. Sob condições favoráveis, é comum a ocorrência de frutos bem afetados. Na superfície dos tecidos apodrecidos, é comum a presença de uma massa micelial acinzentada que são os micélios, os conidióforos e os conídios do fungo (UENO; COSTA, 2016).

### *Botryosphaeria*

O gênero *Botryosphaeria* Ces. & De Not apresenta comportamento saprofitico, parasita ou endofítico. As espécies desse gênero podem infectar ramos lenhosos, folhas, colmos, galhos, inflorescência e até frutos. Esse fitoparasita juntamente com outros representantes da família Botryosphaeriaceae podem causar morte descendente, podridões de frutos e cancro em vários hospedeiros.

Segundo Sanhueza (2004), a podridão preta que ocorre na maçã é causada por *B. obtusa* (Schwein.) Shoemaker. Essa apresenta um escurecimento na área lesionada da fruta e pode ocorrer o desenvolvimento de micélio do fungo de coloração verde escuro na epiderme. Já na podridão branca, que é causada por espécies de *Botryosphaeria*, *B. dothidea* (Moug.: Fr.) Cesati & De Notaris, e *B. ribis* (Fuckel) Sacc, ocorre uma podridão circular de coloração marrom na epiderme, podendo apresentar exsudação.

### *Diplodia*

A podridão peduncular é uma doença que se expressa na fase final do estágio climatérico, constituindo um sério problema para as regiões agrícolas brasileiras (OLIVEIRA 2006). Diversos fungos fitopatogênicos podem causar esta podridão, *Diplodia* spp., *Diaporthe citri* Wolf., *Colletotrichum gloeosporioides* Pens., *Lasiodiplodia theobromae* (Patouillard) Griffon & Maublanc, *Pestalotia mangiferae* Henn., *Aspergillus flavus* Link, etc. (RIBEIRO, 2005).

As frutas infectadas apresentam áreas difusas de tecidos encharcados, inicialmente, na região ao redor do pedúnculo e, com o avanço da infecção, a lesão se projeta em direção à porção mediana da fruta. A necrose invade os tecidos abaixo da cutícula, podendo afetar a polpa e romper a casca da fruta, e liberando um fluido decorrente da destruição de tecidos celulares da fruta.

### *Penicillium*

O mofo-azul e o mofo-verde são doenças pós-colheita que ocorrem em frutas e hortaliças que causa perdas qualitativas e quantitativas principalmente quando as condições pós-colheita são favoráveis. O *P. expansum* (Link) Thom e *P. italicum* Wehmer ocasionam o mofo-azul, ao passo que *P. digitatum* Sacc causam o mofo-verde. Segundo Jones e Aldwinckle (1990), o *P. expansum* é a espécie mais agressiva relatada. O *P. expansum* produz a micotoxina patulina que é uma substância mutagênica capaz de causar neuro e imunotoxicidade (BAERT et al., 2007; BRACKMANN et al., 2008).

Os fungos causadores do mofo-azul e o mofo-verde propiciam patologias que apresentam uma podridão úmida que deteriora rapidamente a forma do fruto, principalmente daqueles que apresentam maiores teores de água e, epiderme fina do epicarpo.

### *Rhizopus*

As espécies parasitas de planta, pertencentes ao gênero *Rhizopus* (Ehrenb) Corda, apresentam grande importância na patologia pós-colheita. Doze espécies de *Rhizopus* afetam as culturas. Segundo Massola e Krugter (2011), as infecções desencadeadas por essas espécies, causam prejuízos, principalmente, na fase pós-colheita, durante o armazenamento, transporte e a comercialização dos frutos. A espécie *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill é uma das mais importantes espécies e causam podridões pós-colheita em diversas frutas e hortaliças.

A podridão mole é uma doença causada por espécies de *Rhizopus*, que é caracterizada pela presença de áreas circulares marrons e aquosas nos frutos infectados, as quais liberam substâncias que possuem odor ácido ou fermentado. Com o desenvolvimento da doença, uma massa de micélio de coloração acinzentada, densa e cotonosa cresce sobre a superfície lesionada. Posteriormente, se desenvolve estolões miceliais longos que recobrem a superfície do fruto afetado e dos adjacentes, culminando com a formação de esporângios de coloração preta.

A umidade é um fator importante para o aumento ou diminuição no desenvolvimento de micélio. Esse aumenta em umidade elevada e, a produção de

esporos diminui. A produção de esporos aumenta com a umidade baixa nas hifas aéreas curtas.

### *Sclerotinia*

A podridão de esclerotínia é uma doença causada pelo fungo habitante do solo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lid.) De Bary. Esse é um fitopatógeno que afeta inúmeras espécies de planta incluindo as hortaliças e solanáceas. Os frutos atacados desenvolvem podridões mole com tonalidades claras. Às vezes, também podem apresentar sobre as lesões, crescimento micelial branco cotonoso. Em meio a este, são formados escleródios do fungo (PEREIRA et al., 2016).

Os escleródios produzidos por esse fitopatógeno são pretos e irregulares, os quais podem germinar e produzir novos propágulos do fungo (micélio e/ou apotécios) que iniciará o desenvolvimento dos ascósporos. A *Sclerotinia sclerotiorum* coloniza os tecidos da planta a partir dos ascósporos e do micélio. A umidade é o fator climático mais importante para seu desenvolvimento (PEREIRA et al., 2016).

### **Principais gêneros de Bactérias causadores de doenças pós-colheita**

As bactérias podem causar vários tipos de doenças, desde a descoloração das partes internas até a podridão-mole. As hortaliças são mais susceptíveis aos ataques de bactérias do que as frutas, devido a diferença de pH. Muitos frutos por terem  $\text{pH} < 4,5$  inibem o crescimento das bactérias. Com exceção, a alguns frutos olerícolas, como o tomate, pepino e pimentão. Diferente dos fungos, as bactérias não conseguem penetrar pela superfície intacta dos tecidos vegetais. Por isso, buscam aberturas naturais ou ferimentos. São poucas as espécies de bactérias que promovem doenças nas plantas e, só algumas dessas conseguem afetar a qualidade pós-colheita dos produtos. Porém, ao se desenvolverem têm, geralmente, resultados catastróficos. (ALMEIDA, 2004)

As doenças causadas por bactérias ocorrem em períodos de chuva e calor, situação comum no verão. As bactérias podem infectar as hortaliças e frutas ainda no campo ou no manuseio pós-colheita. (LUENGO et al, 2007). De acordo com Carvalho (2010), os gêneros mais comuns de fitobactérias que causam doenças na pós-colheita em frutas e hortaliças são as *Pectobacterium* (Waldee) Hauben et al. e as *Pseudomonas* Migula.

### *Pectobacterium*

As bactérias desses gêneros ocorrem praticamente em todo o mundo, infectando diversas famílias botânicas, tanto na fase da colheita quanto na pós-colheita. Essas bactérias são fitopatógenos radiculares que induzem sintomas de murcha, podridão mole, canela preta, talo-oco e tombamento de plântulas (MARIANO et al, 2005). Dentre essas doenças, a podridão mole e canela-preta se destacam como as que causam maiores perdas na pré e pós-colheita (CARVALHO, 2009).

A podridão-mole é uma das principais doenças que atingem as hortaliças. As fitobactérias que causam essa doença são capazes de atacar mais de 30 tipos de hortaliças e causam grandes perdas em produtos colhidos. A ocorrência dessa doença

acontece, principalmente, pela existência de água na superfície das hortaliças, podendo ocorrer por chuvas, orvalhos, excesso de irrigação ou secagem deficiente na pós-colheita de algumas espécies (LUENGO et al, 2007).

### *Pseudomonas*

O gênero *Pseudomonas* Migula apresenta várias espécies que causam danos em frutas e hortaliças. As doenças mais comuns que ocorrem é a podridão-mole, queima-bacteriana, mancha-angular, crestamento-bacteriano, necrose-da-medula e a pinta-bacteriana ou mancha-bacteriana-pequena. Entre as espécies importantes estão, *P. cichorii* (Swingle) Stapp, *P. marginalis* (Brown) Stevens, *P. syringae* Van Hall e *P. solanacearum* (E. F. Smith). Segundo Suárez-Quiroz et al. (2013), em produtos vegetais minimamente processados, as *Pseudomonas* são as principais entre os deteriorantes, pois são capazes de excretar enzimas que degradam a parede celular das hortaliças e, como consequência, causar exsudação de nutrientes.

Segundo Varvaro e Pietrarelli (2006), os danos podem ser variáveis e depende de vários fatores. Ocorrem sintomatologias diferentes conforme a espécie, doenças desencadeadas, condições do meio e cultura envolvida. Sua sobrevivência é preferencialmente em folhas, principalmente nas depressões que se formam entre as camadas sub-estomáticas, células epiteliais e em torno de tricomas. Apesar da bactéria não causar danos na polpa do fruto, sua qualidade visual é prejudicada.

### **Manejo de doenças pós-colheita**

Para o manejo de doenças pós-colheita, são recomendados alguns tratamentos específicos, como o hidrotérmico, que é um método alternativo desenvolvido na década de 1950 e consiste na imersão de frutos em água a 48 °C por 20 minutos (NERY-SILVA et al., 2001). Embora apresente alta eficiência no controle de podridões pós-colheita de diversas frutas, tem a desvantagem de não ter efeito residual, requerendo uma combinação com outros métodos de controle e produtos que possam prolongar o armazenamento. A combinação do tratamento térmico seguido da aplicação do tratamento químico torna o manejo mais eficiente (SUÁREZ-QUIROZ et al., 2013).

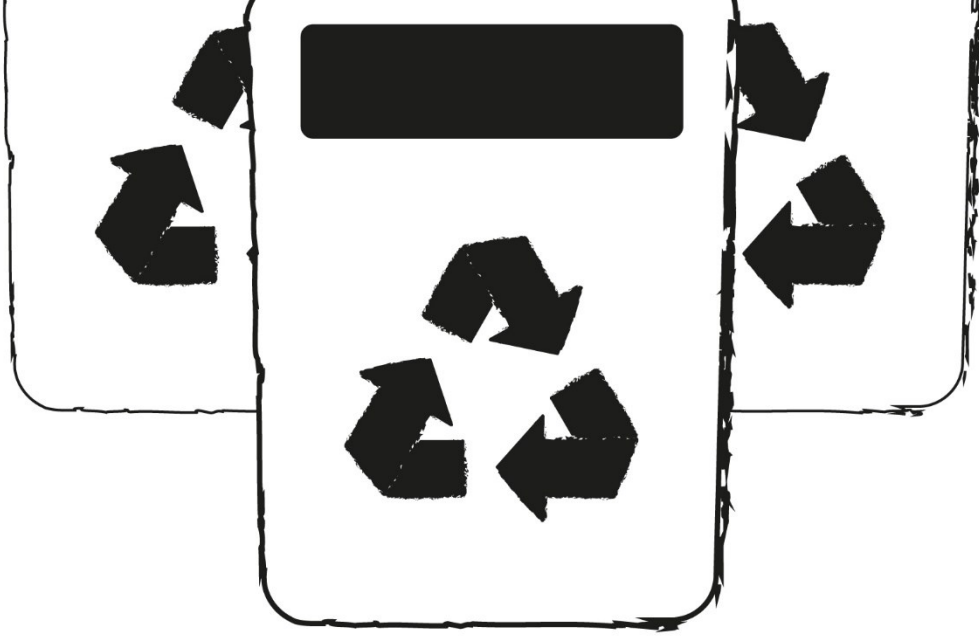
Em relação à utilização de tratamento químico, há restrição de uso de alguns produtos no mercado. Segundo CIA et al. (2010), a preocupação com a poluição ambiental, risco à saúde humana e aos animais, bem como, a resistência de patógenos a fungicidas têm levado a busca gradual e aumento na utilização de agentes alternativos de controle. Dentre as alternativas de manejo, os fosfitos, sais inorgânicos derivados do ácido fosforoso ( $H_3PO_3$ ), têm recebido uma atenção especial (DAMBBRÓS, 2015). Esse, segundo Deliopoulos et al. (2010), são seguros ao ambiente e apresentam certa capacidade em controlar doenças de plantas causadas por fungos e omicetos.

O armazenamento refrigerado é um dos métodos mais utilizados. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), consiste num método efetivo, pois além de promover a redução na respiração e nos processos metabólicos durante o amadurecimento e senescência dos frutos, reduz a taxa de crescimento de patógenos. Outras técnicas de

conservação, como o uso de atmosfera modificada e agentes de biocontrole também têm apresentado eficiência, principalmente em complementação à tecnologia refrigerada, pois existem patógenos que podem se desenvolver mesmo sob temperatura a  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (OLIVEIRA et al., 2012). Nesse sentido, a complexidade do segmento comercial e o poder aquisitivo dos distribuidores serão cruciais na seleção dos métodos mais eficientes.

### **Considerações finais**

As doenças fitopatogênicas contribuem para uma significativa redução da qualidade e durabilidade das frutas e hortaliças, especialmente na pós-colheita. A magnitude das perdas depende da adoção ou não de medidas corretas de manejo durante todo o elo da cadeia produtiva de hortifrúti. Entre os agentes causadores de fitodoeças, os fungos e as bactérias fitopatogênicas são os mais importantes causadores de perdas, principalmente de produtos vegetais perecíveis na pós-colheita, dessa forma, requerem uma maior atenção. A caracterização dos agentes causais e o uso de medidas preventivas de manejo que desfavorecem a ação desses agentes infecciosos, impedindo as fases iniciais das infecções, constituem medidas mais apropriadas a serem adotadas.

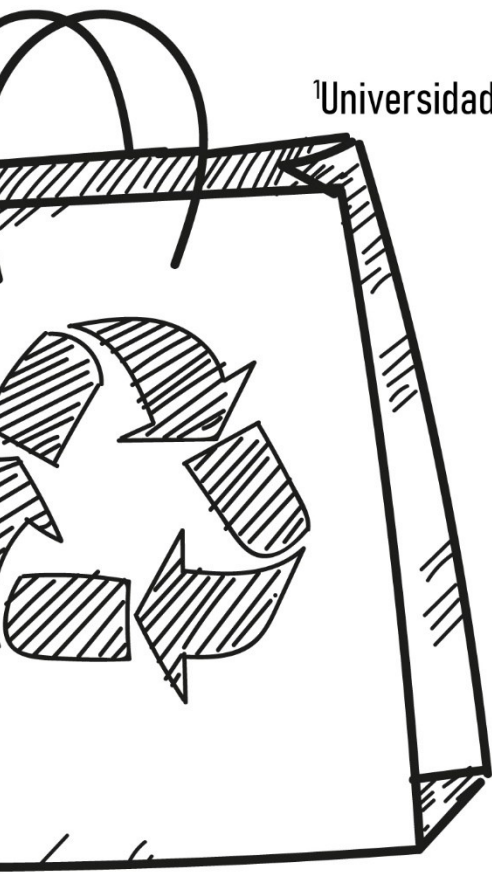


# CAPÍTULO 6

## GESTÃO AMBIENTAL DE PERDAS NO COMÉRCIO HORTIFRÚTI

Isabela Cristina Gomes Pires<sup>1</sup>; Marcelo de Sousa da Silva<sup>2</sup>; Clotilde de Moraes Costa Neta<sup>2</sup>;  
Gregori da Encarnação Ferrão<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo; <sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão.



## Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas e hortaliças, produzindo em torno de 44 e 18 milhões de toneladas por ano, respectivamente (EMBRAPA, 2019). As perdas de hortifrúti são de aproximadamente 30% do total produzido no País (CAVICCHIOLI e SILVA, 2006), gerando 19 milhões de toneladas de resíduos anualmente. Das perdas pós-colheita brasileiras, 86% ocorrem no processo de comercialização, 9% no transporte e 5% no armazenamento (MELO et al., 2013). Tais perdas podem causar impactos ambientais negativos pelo seu descarte inadequado (BARBIERI, 2007).

À luz de nossa carta magna, o Art. 225 da Constituição Federal da República do Brasil garante que “todos têm direito a um ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida” e incube ao poder público, em conjunto com a sociedade, o controle da geração de subprodutos, assim como o emprego de técnicas e métodos para que esses possam ter uma destinação ambientalmente adequada (BRASIL, 1988). Dentre estes subprodutos que podem comprometer a qualidade ambiental estão os resíduos orgânicos resultantes de perdas pós-colheita.

Outro dispositivo legal que orienta a gestão dos resíduos orgânicos, no Brasil, é a Política Nacional de Meio Ambiente, que possui o objetivo de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental favorável à vida. Essa Política tem como princípio o controle de atividades poluidoras<sup>1</sup>, por exemplo, a comercialização de frutas e hortaliças (BRASIL, 1981). Há também a lei de crimes ambientais que considera todo e qualquer dano ou prejuízo à fauna, flora, recursos naturais ou patrimônio cultural causados pela destinação inadequada de resíduo, como crime ambiental (BRASIL, 1998).

Por sua vez, a Política Nacional de Resíduos Sólidos trata diretamente sobre o assunto e exige que a destinação ambiental adequada dos resíduos orgânicos deve ser orientada pela seguinte ordem de prioridade: i) eliminar ou reduzir a geração de resíduos, ii) compostagem ou biodigestão dos resíduos de perdas de pós-colheita (PIRES; FERRÃO, 2017; NEVES et al., 2019; MARTINS FILHO et al., 2018a; MARTINS FILHO et al., 2019) e iii) não havendo possibilidade de executar tais alternativas, como última opção, deve-se destiná-los para aterros sanitários (BRASIL, 2010).

Essas prerrogativas estão em consonância com o arcabouço de conhecimento internacional, uma vez que possui coerência com as premissas da Organização das Nações Unidas (ONU) por meio de seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial, o ODS 12 – produção e consumo responsáveis – que institui a meta

---

<sup>1</sup>Atividade poluidora é aquela que venha a comprometer a qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, lancem matérias em desacordo com padrões ambientais ou afetem a condição estética ou sanitária do meio ambiente (BRASIL, 1981).

de reduzir pela metade os desperdícios de alimentos e as perdas ao longo da cadeia produtiva e de abastecimento até 2030 (ONU, 2015).

Portanto, a legislação ambiental é bem completa, coesa e coerente quanto à obrigatoriedade de se realizar uma destinação ambientalmente adequada das perdas pós-colheita com escopo de evitar a poluição ambiental do sistema litosférico, hídrico e atmosférico e a degradação da qualidade de vida. Nesse aspecto, o objetivo deste capítulo será expor: i) perdas pós-colheita são denominadas como resíduo orgânico na gestão de resíduos sólidos, ii) como os resíduos orgânicos podem causar impacto ambiental, iii) diagnóstico dos resíduos orgânicos gerados no Maranhão e como esses devem ser destinados conforme Plano Estadual de Resíduos Sólidos, iv) diagnóstico de resíduo orgânico gerado no comércio hortifrúti, no Maranhão, por meio de pesquisa científica.

### **Perdas pós-colheita ou resíduos orgânicos**

As perdas pós-colheita são aquelas que ocorrem após a colheita devido à falta de comercialização ou consumo no período de vida útil do produto, resultante de danos ocorridos após a sua colheita, no transporte, armazenamento e comercialização do produto vendável (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Essas perdas, pela perspectiva de gestão ambiental, são consideradas como resíduos sólidos: “todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade” (BRASIL, 2010) e que resultam de atividades de origem comercial e agrícola (ABNT, 2004), entre outras, sendo que o seu estado físico pode ser sólido, líquido ou gasoso (ABNT, 2004; BRASIL, 2010).

As perdas pós-colheita são resíduos sólidos, orgânicos, de origem doméstica, comercial, urbana ou agrossilvipastoril (PIRES e FERRÃO, 2017). Os resíduos gerados na comercialização são considerados resíduos urbanos (pequeno gerador) ou de comércio (grande gerador). Em relação à sua periculosidade, esse resíduo orgânico é classificado como resíduo não perigoso e não inerte, pois não possuem característica de inflamabilidade, radioatividade, reatividade, corrosividade e toxicidade e apresentam decomposição após o descarte (ABNT, 2004; ESPINOSA e SILVAS, 2014).

Em meio natural equilibrado, os resíduos orgânicos passam pelo processo de decomposição através de processos físicos, químicos e biológicos, que permite a reciclagem dos nutrientes presentes nestes materiais e, conseqüentemente, a manutenção dos ciclos biogeoquímicos (*e.g.* ciclo do carbono e do nitrogênio). Entretanto, quando provenientes de atividades humanas, podem evoluir a um sério problema ambiental, especialmente em ambientes urbanos, pelo seu elevado volume e descarte realizado de forma incorreta (MMA, 2017).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos que regula a gestão de resíduos sólidos, no Brasil, em um de seus objetivos estabelece as formas de destinação de resíduos ambientalmente adequada<sup>2</sup> (BRASIL, 2010). Para fazer uma destinação adequada dos

---

<sup>2</sup> “Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do

resíduos orgânicos, a sociedade pode optar pela reutilização e reciclagem; como a compostagem, que resulta em um composto húmico e rico em nutrientes que pode ser utilizado na agricultura; a biodigestão, que resulta em subprodutos de valor financeiro como o biogás e biofertilizantes (MARTINS FILHO et al., 2018a; PIRES e FERRÃO, 2017); e a última opção de destinação ambientalmente adequada para os resíduos orgânicos seria a disposição em aterros sanitários (BRASIL, 2010).

A responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos deve ser compartilhada e deve abranger os fabricantes ou produtores, importadores, distribuidores ou comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos de forma individualizada e encadeada, ou seja, todos os envolvidos na cadeia produtiva (BRASIL, 2010). A destinação que não é ambientalmente adequada e que venha a causar danos ou prejuízos à fauna, flora e/ou recursos naturais é considerada um crime ambiental (BRASIL, 1998).

Assim, os comerciantes de hortifrúti possuem responsabilidade em relação à geração, coleta, descarte, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada de seus resíduos orgânicos (BRASIL, 2010), porém para aquele com características de pequeno gerador de resíduo sólido, o município pode vir a se responsabilizar pela coleta, transporte, transbordo e destinação final de seus resíduos (ESPINOSA e SILVAS, 2014).

### **Impactos ambientais de resíduos orgânicos**

Os resíduos orgânicos representados por restos de alimentos, podas e outros putrescíveis representam em média 55% do total de resíduos coletados no Brasil (IBGE, 2010). Esta porcentagem é comum em países em desenvolvimento e deve-se à elevada perda de alimentos ocorrente na produção e comercialização agrícola. Por sua vez, em países desenvolvidos estes valores caem para 27% (TISI, 2019).

As perdas pós-colheita de frutas e hortaliças podem causar alterações no meio ambiente físico, biótico e social, e estão associadas à execução de atividades humanas em andamento ou em proposta (BARBIERI, 2007). A comercialização de frutas e hortaliças é uma ação humana em andamento, com aspecto ambiental de geração de resíduo sólido e impacto ambiental real e negativo representado pela possível contaminação e/ou poluição da água, solo e ar, perante à destinação ambientalmente inadequada destes resíduos (SÁNCHEZ, 2013).

A maioria dos resíduos orgânicos gerados, no Brasil, acaba sendo misturada a outros resíduos sólidos e com destinação final ambientalmente inadequada (*e.g.* destinado para lixões<sup>3</sup>), provocando assim a geração de gases (*e.g.* metano) e chorume, proliferação de insetos e outros animais vetores de doenças, e contaminação dos recursos naturais como a poluição hídrica e atmosférica, podendo liberar grossos rolos

---

SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos” (BRASIL, 2010).

<sup>3</sup> Lixão consiste em uma forma final de disposição de resíduos sólidos sobre o solo e a céu aberto, sem medidas de proteção ao ambiente ou à saúde pública (ESPINOSA e SILVAS, 2014).

de fumaça, devido a biodegradação da matéria orgânica atingir altas temperaturas de combustão espontânea, que chegam a cobrir e fustigar grandes áreas (BRAGA et al., 2005). Além disso, devido às questões sociais de desigualdade, algumas pessoas catam (*i.e.* procuram) materiais recicláveis nos lixões como ocorre em Chapadinha (MARTINS FILHO et al., 2018b), submetendo sua saúde a um ambiente insalubre e em condições de trabalho precárias.

Como os estudos de composição gravimétrica<sup>4</sup> não ocorrem com constância e não são padronizados, existe pouca informação sobre a geração e a destinação da fração orgânica no país (ZAGO e BARROS, 2019). Quanto à destinação dos resíduos orgânicos, apenas 0,3% que chegaram a alguma unidade de processamento (aterros sanitários, aterros controlados, lixões, unidades de triagem etc.) foi direcionado às unidades de compostagem existentes no país (BRASIL, 2015). Neste sentido, menos de 2% dos resíduos orgânicos gerados, no país, são destinados para o tratamento via compostagem conforme o Ministério do Meio Ambiente (2019).

Observa-se uma recuperação desse resíduo orgânico ainda muito incipiente, mesmo 10 anos após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Cerca de 42 milhões de toneladas de resíduos orgânicos não foram recuperados em 2018, uma vez que foi gerado um total de 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (ABRELPE, 2019), a taxa média de resíduo orgânico é de 55% do total gerado no país (IBGE, 2010) e que 98% não foram recuperados (MMA, 2019). Estes resíduos orgânicos não recuperados foram destinados para aterros sanitários ou ainda tiveram alguma forma incorreta de destinação (*e.g.* “lixão” e/ou aterro controlado<sup>5</sup>). Esta destinação inadequada ocasionou impactos ambientais negativos como contaminação de lençol freático (BRAGA et al., 2005) e continuará ocasionando, uma vez que, infelizmente, 40%<sup>6</sup> dos resíduos gerados, no Brasil, são destinados para lixões ou aterro controlado (ABRELPE, 2019).

## **Resíduos orgânicos no Maranhão**

O Maranhão não possui uma Política<sup>7</sup> Estadual de Resíduos Sólidos, que deveria ser proposta pelo legislativo estadual (PIRES e FERRÃO, 2017). Na ausência de uma Política Estadual de Resíduos Sólidos, o Maranhão segue a Política Nacional que prevê destinações mais nobres aos resíduos orgânicos (*e.g.* compostagem). Em contrapartida, na prática, a maior parte desses resíduos são destinados para lixões de várias cidades maranhenses (SEMARN, 2012; MARTINS FILHO et al., 2019).

---

<sup>4</sup> A composição gravimétrica refere-se à porcentagem de cada fração que compõe o lixo, tais como papéis, plásticos, matéria orgânica, vidros e rejeitos (ALVES e LUZ, 2017).

<sup>5</sup> O aterro controlado acomoda os resíduos em um pequeno espaço do solo, de forma a causar o menor dano possível ao ambiente ou à saúde pública. Esse método baseia-se na compactação dos resíduos no solo formando camadas que, constantemente, são cobertas com terra ou outro material inerte (ESPINOSA e SILVAS, 2014).

<sup>6</sup> Este valor era de 60% (IBGE, 2010).

<sup>7</sup> A Política está relacionada às diretrizes e estratégias orientativas na gestão de resíduos sólidos pelo poder que elabora as leis (legislativo), já o Plano se refere ao planejamento de como se pretende executar a gestão de resíduos sólidos e é realizada pelo poder executivo, seguindo os preceitos estabelecidos na Política.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que apresenta princípios, diretrizes, objetivos, instrumentos, metas e ações a serem adotados na gestão dos resíduos sólidos de forma ambientalmente adequada, no país, obriga a elaboração por parte de seus estados (e outros como municípios e algumas empresas privadas) de um Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. Sendo isso até uma prerrogativa para acessar recursos federais com o escopo de desenvolver o saneamento básico no país, o qual é baseado no pilar de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2007; MARTINS FILHO et al., 2019).

O Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos do Maranhão (PEGRS-MA) foi elaborado em junho de 2012 e apresenta o diagnóstico, diretrizes e estratégias dos resíduos sólidos gerados no Maranhão. O PEGRS-MA divide o estado por bacias hidrográficas para uma melhor fiscalização dos programas, projetos, ações e diretrizes para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, sendo essas as unidades de planejamento do órgão ambiental, que prevê a gestão compartilhada e integração das políticas ambientais (SEMARN, 2012).

Quanto ao diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos do Maranhão, constatou-se que a quantidade de resíduos sólidos urbanos correspondeu a 7.296 t/dia em 2015, sendo produzido 0,629 kg/hab/dia (quilo por habitante por dia). Desses, apenas 59% foram coletados, o que expressa a ineficiência da limpeza pública no estado (ABRELPE, 2015) e posiciona o Maranhão como o 5º lugar entre os piores estados com serviço de saneamento básico do Brasil (BRASIL, 2017). E o pior, em termos de coleta de lixo, apenas 70% da população tem acesso a este serviço (IBGE, 2018).

Estes valores estão coerentes com a média dos países subdesenvolvidos que é de 0,4 a 0,6 kg/hab/dia de RSU (resíduos sólidos urbanos) (BARROS, 2012). Essa lógica está associada a fatores socioeconômicos, especialmente à renda per capita, nível cultural e consciência ambiental da população. Não existe uma tendência única na relação entre estes fatores, por exemplo, a Alemanha apesar do crescimento econômico e altos índices de renda per capita, possui uma baixa geração de RSU de 0,9 kg/hab/dia, enquanto que, os EUA produzem 2,0 kg/hab/dia (ROCHA et al., 2009).

Dos municípios que realizam coleta de resíduos no Maranhão (99% do total de municípios), 68% destinam para lixões, 8% para aterros controlados, 5% para aterros sanitários e 19% não informaram. Não há nenhuma evidência de realização de outras alternativas mais adequadas quanto à destinação de resíduos orgânicos maranhenses como, por exemplo, a compostagem. O Maranhão possui 31 municípios que realizam coleta seletiva<sup>8</sup> (14% do total de municípios do estado), destes 20 municípios realizam coleta porta a porta, 7 por catadores ou carrinheiros, 3 municípios informaram como forma de coleta o “ponto de entrega voluntária” e 1 município realiza coleta seletiva através de unidades ou centrais de triagem (SEMARN, 2012).

---

<sup>8</sup> Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição (BRASIL, 2010).

Nossas estimativas<sup>9</sup> indicam que das 7.269 toneladas de resíduos sólidos urbanos gerados por dia no Maranhão, 4.288 toneladas são coletadas no Maranhão (59% do total gerado – ABRELPE, 2015) e 3.853 toneladas são orgânicos (média de resíduo orgânico é de 53% do total gerado<sup>10</sup>). Apenas cerca de 114 toneladas dos resíduos orgânicos gerados por dia são destinadas para aterros sanitários (5% dos resíduos coletados e orgânicos =  $7.269 \times 0,59 \times 0,53 \times 0,05$ ), havendo uma destinação incorreta para 3.739 toneladas de resíduos orgânicos gerados em um dia, sendo esses coletados e enviados para lixão ou aterro controlado, ficando bem aquém dos objetivos da PNRS (SEMARN, 2012; SMMA, 2013; ABRELPE, 2015).

Em relação à gestão de resíduos sólidos, o PEGRS-MA estabelece a redução da geração dos resíduos sólidos urbanos por meio da estratégia de um varejo e consumo sustentáveis, visando à mudança de percepção do setor varejista quanto à inserção de prática de um consumo sustentável e redução de perdas pós-colheita. Quanto aos resíduos sólidos urbanos úmidos (*i.e.* resíduo orgânico), o plano estabelece a implantação de compostagem para a parcela orgânica dos resíduos sólidos gerados e a produção de energia por meio da biodigestão de compostos orgânicos e do biogás gerado em aterros sanitário (SEMARN, 2012), sendo coerente com a PNRS (BRASIL, 2010).

O PEGRS-MA recomenda a efetivação de consórcios entre os municípios maranhenses, apresentando como proposta inicial a implantação de unidades de compostagem anaeróbica (SEMARN, 2012). O Plano prevê também o estabelecimento de medidas de beneficiamento do resíduo orgânico de origem vegetal para alimentação animal (SEMARN, 2012; MARTINS FILHO et al., 2019) com grande potencial de utilização de resíduos de frutas para esta finalidade (CRUZ, et al., 2013).

### **Resíduo orgânico do segmento hortifrúti no Maranhão**

Nesse sentido, com foco em estudar as perdas pós-colheitas no Maranhão, o Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia (NEPF) da Universidade Federal do Maranhão vem desenvolvendo diversas pesquisas (FARO et al., 2016; SILVA et al., 2018; SOUSA et al., 2018; TOMM et al., 2018; FERREIRA, 2019; FIGUEIRINHA, 2019; NASCIMENTO et al., 2019; AGUIAR et al., 2020; COSTA NETA et al., 2020; FERREIRA et al., 2020). Os resultados evidenciam a quantidade significativa de resíduos orgânicos gerados semanalmente. Dada a falta de informação, conscientização e fiscalização sobre o tema, o grupo foi incentivado a abordar a gestão ambiental de perdas pós-colheita (*e.g.* geração e destinação destes resíduos orgânicos) nos trabalhos mais recentes.

Dentre esses trabalhos, Aguiar et al. (2020) estudando a procedência, comercialização, perdas pós-colheita e destinação final de pimentão em três segmentos

---

<sup>9</sup> Trata-se de uma extrapolação de maneira geral e superficial, pois os dados de resíduo orgânico são baseados sobre a geração total, assim, estes valores podem estar subestimados ou superestimados, dependendo das características dos resíduos coletados de fato no Maranhão.

<sup>10</sup> Este valor é a média do Brasil, de 55% (ABRELPE, 2015), e de alguns municípios do Maranhão, de 62% (SEMARN, 2012) e 43% (SMMA, 2013).

varejistas (feira livre, sacolão e supermercado) de Chapadinha (MA) estimaram perda média de 31%. A qual foi superior às perdas em supermercados de Santarém (PA), por exemplo, estimadas em 25% (GUERRA et al., 2014). Quando considerada a literatura de hortifrúti, verifica-se que o valor de perda de pimentão é ainda mais elevado, pois a perda no mesmo município foi de 13% (SOUZA et al., 2018) e na microrregião, 11% (TOMM et al., 2018; FERREIRA et al., 2020). Isso se deve porque o pimentão é uma hortaliça perecível que apresenta rápida perda de massa fresca e firmeza, e amadurecimento precoce quando não manejado corretamente durante a etapa pós-colheita (CARMO, 2004).

O destino final das perdas de pimentão, em Chapadinha (MA), compreendeu a coleta municipal (58%), alimentação animal (38%) e doação para famílias de baixa renda (4%) (AGUIAR et al., 2020). Nessa cidade, a coleta municipal não separa os resíduos sólidos orgânicos dos outros, embora 77% dos estabelecimentos comerciais separem o resíduo orgânico do lixo convencional (AGUIAR et al., 2020). A destinação é incorreta (*i.e.* ilegal), pois tem o lixão municipal como destino final (CHAPADINHA, 2014).

Tais resultados estão em consonância com os resíduos orgânicos gerados no comércio de frutas de Teresina (PI), os quais foram destinados para a coleta do município (58%), alimentação animal (25%) e doação para instituições filantrópicas (17%). Nesta pesquisa, evidenciou-se que a coleta municipal tem como destino um aterro controlado (COSTA NETA et al., 2020).

A maioria dos resíduos orgânicos gerados no comércio hortifrúti em Chapadinha (MA) e Teresina (PI) é destinada de maneira inadequada, uma vez que 58% deles são destinados para lixão ou aterro controlado que impactam negativamente no ambiente. A PNRS (2010) e o PEGRS-MA (2012) são bem claros ao destacar a reutilização e a reciclagem dos resíduos orgânicos de maneira prioritária em relação à disposição em aterro sanitário, assim, esses municípios devem trabalhar com este foco na gestão de resíduos sólidos municipais, portanto, os resíduos orgânicos devem ter como prioridade a sua recuperação por meio da compostagem, da destinação para alimentação animal, da biodigestão e, entre outros, em relação ao aterro sanitário.

A destinação animal é possível, e evidenciada no PEGRS-MA, desde que o resíduo orgânico passe por alteração em sua estrutura orgânica, tais como cocção, fermentação ou recebimento de aditivos e conservantes (MINTER, 1979) e que atendam às exigências nutricionais dos animais. Já a destinação para o consumo humano é uma alternativa mais complexa, pois esse tipo de destinação final não é legalizado no Brasil. Logo, apesar de ser uma solução ambiental nobre e possível do aspecto técnico, desde que respeitados os procedimentos sanitários relativos à saúde do beneficiário da doação, não é uma estratégia aconselhável.

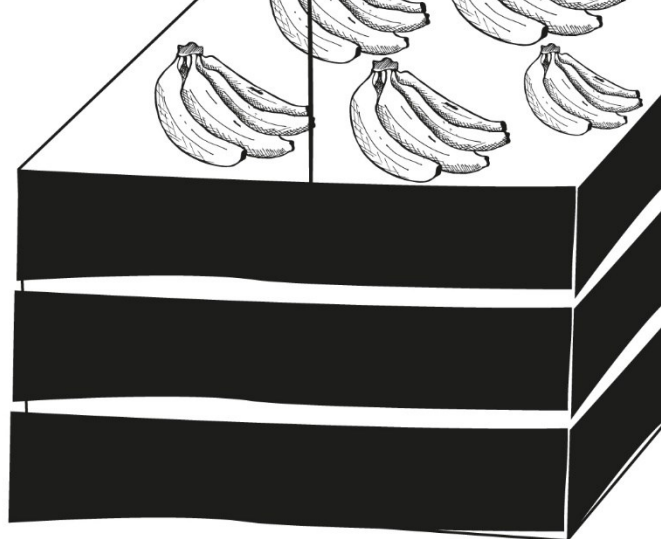
Há cerca de 30 projetos de leis sobre este tema, em tramitação no Brasil. Como o Projeto de Lei nº 4747, denominado de Bom Samaritano, o qual tramita há 21 anos no Congresso Nacional e trata sobre a doação de resíduos orgânicos ainda em bom estado para consumo humano. A polêmica está no fato de que o doador pode ser responsabilizado civil e criminalmente em caso de dano ou morte causados ao

beneficiário (pessoa carente) pelo consumo do bem doado, desencorajando a efetivação de tais doações (FRANCO, 2017).

Na pesquisa sobre o comércio de pimentão em Chapadinha (MA), quando perguntados qual seria a destinação correta para as perdas pós-colheita, 73% dos comerciantes responderam alimentação animal, 19% doação para as famílias mais necessitadas do município e 8% compostagem. O que mostra que os comerciantes possuem uma visão empírica de uma destinação final voltada para reutilização e/ou reciclagem dos resíduos orgânicos gerados, porém não a praticam (AGUIAR et al., 2020). Tais motivos devem ser explorados para que oportunidades sejam desenvolvidas no intuito de uma gestão municipal de resíduos orgânicos eficaz e condizente com o PEGRS-MA, possibilitando a geração de trabalho decente e crescimento econômico como preconiza a ONU em sua ODS-8 (ONU, 2015).

### **Considerações finais**

Diante do exposto, verifica-se que Chapadinha (MA) e, provavelmente, o Maranhão como um todo, não há uma gestão de resíduos orgânicos, tanto em medidas estruturais (investimento em estrutura física) quanto estruturantes (suporte gerencial e de educação ambiental). O que reflete no gerenciamento dos resíduos de comércio de hortifrúti o qual é realizado de maneira limitada, considerando o conhecimento e as possibilidades deste gerador de resíduo (*i.e.* o comerciante) de forma isolada. Assim, infelizmente, a prática de gestão de resíduos orgânicos presente no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Maranhão ainda está somente no papel.

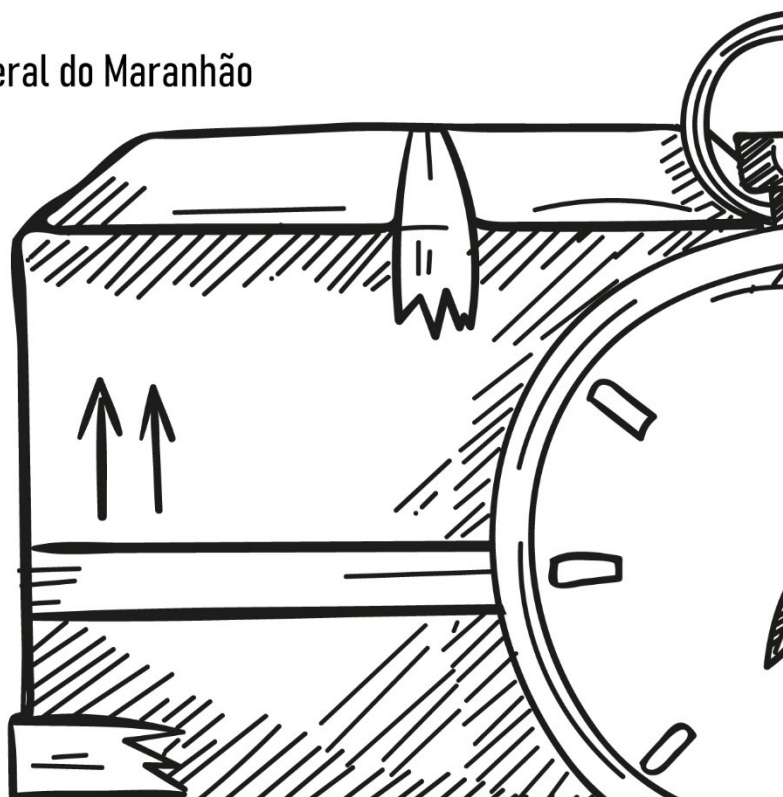
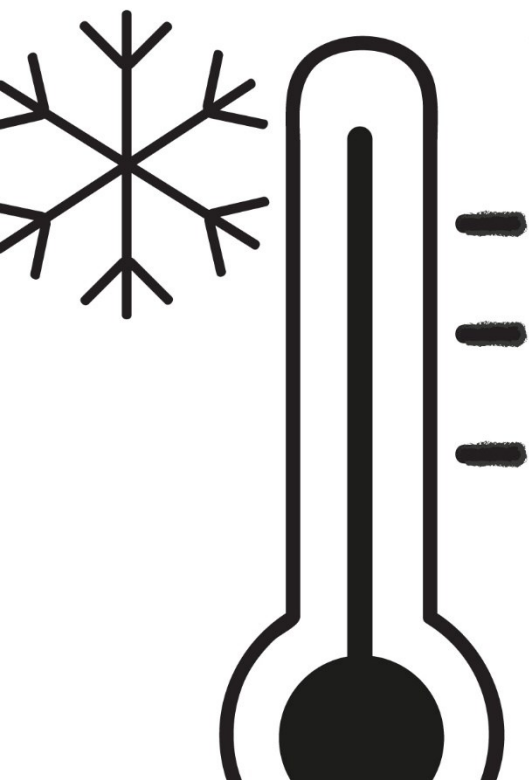


# CAPÍTULO 7

## ARMAZENAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Jordânio Inácio Marques<sup>1</sup>; Amanda Miranda de França<sup>1</sup>; Francisco Gilvan Borges Ferreira Freitas Júnior<sup>1</sup>; Karla Bianca da Costa Macedo<sup>1</sup>; Katarina Lopes Moreira<sup>1</sup>; Marlon Breno Soares de Araújo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão



## **Introdução**

Um dos principais desafios do setor hortifrúti é a manutenção da qualidade pós-colheita. Cresce cada vez mais a busca por alternativas que visam à mitigação de avarias e, conseqüentemente, de perdas em frutas e hortaliças durante seu armazenamento. Segundo Aguiar et al. (2020) e Melo et al. (2013), as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças associadas ao armazenamento, transporte e disposição inadequada dos produtos, representam 600 milhões de reais, por ano, de perdas ao setor varejista. Dessas, 91% estão relacionadas ao armazenamento interno e às condições associadas à exposição do produto para a comercialização.

Os procedimentos de conservação pós-colheita, usualmente, empregados estão em quase sua totalidade concentrada na cadeia do frio e/ou em boas práticas de armazenamento, como a utilização de atmosfera modificada passiva, cujos produtos são envoltos com materiais, como o plástico e os revestimentos protetores comestíveis (RIBEIRO et al., 2017).

Apesar da temperatura e das embalagens apresentarem papel fundamental no armazenamento de frutas e hortaliças, é importante salientar que essas, se empregadas de forma incorreta, podem comprometer a qualidade dos alimentos. Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM, 2010), a devida manutenção de câmaras frias e equipamentos para o armazenamento de hortifrúti preservam as características orgânicas e sanitárias dos alimentos.

Logo, a adequada manutenção de equipamentos e a busca por tecnologias inovadoras para o armazenamento de frutas e hortaliças são fundamentais para a conservação da qualidade, uma vez que estarão diretamente ligadas ao tempo de prateleira dos produtos.

## **Armazenamento refrigerado**

### *Pré-resfriamento*

O resfriamento rápido de frutas e hortaliças frescas (pré-resfriamento) é de vital importância para manter a qualidade desses produtos e consiste em eliminar rapidamente a energia térmica acumulada no campo, reduzindo-se celeremente a temperatura destes, possibilitando, posteriormente, facilidades no armazenamento e transporte. Quanto mais rápido for realizado esse procedimento, o produto poderá ser conservado por mais tempo em boas condições de comercialização (VIEIRA, 2019).

De acordo com Silva (2008), enquanto o produto não atingir a temperatura adequada para o armazenamento, a respiração não será reduzida e a perda de água se elevará, influenciando na redução do tempo máximo de armazenamento. Assim há a diminuição da janela de tempo para a comercialização das frutas e hortaliças, respeitando-se os critérios mínimos de qualidade.

O pré-resfriamento pode ser feito utilizando-se as seguintes técnicas de resfriamento: resfriamento a vácuo (vacuum cooling), resfriamento com água gelada

(hydro cooling), resfriamento com gelo (ice cooling) e resfriamento com ar forçado (forced air cooling) (BRACKMANN et al., 2011). O resfriamento realizado em câmaras frias (room cooling) é denominado de resfriamento lento (OLIVEIRA, 2017).

Resfriamento a vácuo: consiste em eliminar o ar de uma câmara de aço que contém o produto, até que a pressão interna seja reduzida, diminuindo a temperatura do ponto de ebulição da água. Esse método é recomendado apenas para produtos que apresentam grande relação entre a área superficial e a massa (Ex: alface, couve ou similares).

Resfriamento com água gelada: é um meio rápido e eficiente de resfriamento e pode ser aplicado por fluxo, pulverização ou aspersão sobre o produto, ou ainda por imersão desse produto em água fria entre 0 – 5 °C (Ex: cenoura, rabanete, aspargos, salsa e milho verde).

Resfriamento com gelo: O resfriamento dá-se em função da disposição de gelo sobre os produtos, no interior das embalagens, ou mesmo na parte superior dos pallets, que depois de armazenados e transportados, mantém-se a temperatura do produto próxima daquela recomendada até a comercialização. O método tem como principal vantagem a manutenção da baixa temperatura e da elevada umidade do meio de resfriamento. No entanto, esse método é menos eficiente em termos energéticos, quando comparado aos métodos de resfriamento a água e a ar. Esse método é eficaz em produtos que não se danificam pelo contato com o gelo (Ex: espinafre, melão, couve, brócolis, rabanete, cebolinha, cenoura e outras raízes).

Resfriamento com ar forçado: Consiste na rápida redução da energia térmica do produto recém colhido com aplicação de um fluxo de ar frio, o qual circula no ambiente com auxílio de ventiladores associados a um sistema de refrigeração, que se move horizontalmente sobre o produto, por um caminho que lhe cause a menor resistência possível. Esse método pode ser utilizado em todos os tipos de frutas e hortaliças.

Resfriamento em câmaras frias: é um método antigo de resfriamento, no qual o produto fica exposto ao frio numa câmara frigorífica. Essa técnica pode ser adotada para o resfriamento dos mais variados tipos de frutas e hortaliças, permitindo que o produto seja pré-resfriado e armazenado no mesmo local. A principal desvantagem é que demora mais tempo para retirar o excesso de calor do produto, permitindo transformações bioquímicas que encurtam a vida pós-colheita dos produtos frescos (OLIVEIRA, 2017).

### *Armazenamento,*

O processo de armazenagem é a etapa intermediária entre a produção e destino final do produto, por isso, requer também procedimentos específicos para garantir a integridade da cadeia do frio. O local de armazenagem deve possuir instalações de acordo com a legislação e regras dos órgãos legais (OLIVEIRA, 2017).

As práticas adequadas de pós-colheita para um determinado produto servem para estabelecer cadeias de frio que mantém ótimas temperaturas, umidade relativa e desaceleração das taxas de respiração e produção de etileno, usando embalagens

apropriadas e seguindo protocolos de segurança e saneamento (WATSON et al., 2015). É importante ter a consciência de que a perda de qualidade é acumulativa durante todas as etapas da cadeia produtiva, ou seja, cada incidente por consequência do manuseio inadequado reduz a qualidade com que são ofertadas aos consumidores finais (TASSOU et al., 2010).

Nesse aspecto, a refrigeração pode ser definida como o abaixamento da temperatura de um produto com a intenção de prolongar seu tempo de vida útil. Isso ocorre pela diminuição da velocidade da taxa de respiração e das reações bioquímicas de deterioração que possam acontecer. E apesar de não prever a eliminação direta dos microrganismos, a refrigeração propicia a redução no seu ciclo de reprodução e, conseqüentemente, retarda a deterioração dos alimentos (VIEIRA, 2014).

No armazenamento de hortifrúteis, a taxa de respiração varia inversamente com a vida útil dos produtos. Isso acontece porque a respiração transmite compostos que determinam a taxa de processos metabólicos relacionados aos parâmetros de qualidade, como firmeza, teor de açúcar, aroma e sabor (SALTVEIT, 2016). A temperatura tem um grande efeito sobre essas taxas, pois de acordo com a regra de Van't Hoff, a velocidade de uma reação biológica aumenta de 2 a 3 vezes, conforme o aumento de 10 °C na temperatura de armazenamento (SALTVEIT, 2016).

Segundo Sousa et al. (2012), a refrigeração atua de forma que aconteça uma redução na velocidade das transformações microbiológicas e bioquímicas nos alimentos, prolongando assim a sua vida útil por dias ou semanas. Frequentemente, os meios refrigerantes empregados no armazenamento refrigerado são a água e o ar. O uso do ar é o mais natural, sendo utilizadas as câmaras de refrigeração, refrigeradores domésticos e caminhões refrigerados. Para a utilização do ar como meio refrigerante, é necessário se considerar alguns parâmetros técnicos de suma importância no planejamento e uso das estruturas, de modo a se ter o devido controle da temperatura do ar, umidade relativa, forma de circulação do ar e composição da atmosfera no ambiente de armazenagem (VIEIRA, 2014).

Segundo Ruiz-Garcia e Lunadei (2011), a temperatura é a variável que ocasiona maior impacto sobre o tempo de armazenamento das frutas e hortaliças, por isso, é a variável mais importante a ser controlada para retardar a deterioração destes produtos. A cadeia de frio nada mais é que um processo logístico do rebaixamento da temperatura dos produtos, que para isso utiliza-se a tecnologia de refrigeração, tendo assim a garantia de condições específicas de temperatura e umidade relativa no ambiente de armazenamento de frutas e hortaliças, com a finalidade de manter a qualidade desses alimentos (SPAGNOL et al., 2018).

Considerando-se as características específicas de conservação de muitas frutas e hortaliças que possuem vida útil curta, torna-se fundamental evitar alterações bruscas nas condições de conservação dos produtos nos diferentes elos da cadeia, o que pode comprometer a qualidade do produto. As mudanças de temperatura podem acontecer durante o armazenamento, manuseio e transporte, sendo essas um dos principais aspectos de segurança da qualidade a serem implementadas pelas empresas, que devem

estudar e analisar os gradientes de temperatura dentro de câmaras refrigeradas, contêineres de caminhões ou marítimos, etc. (RUIZ-GARCIA; LUNADEI, 2011).

### *Técnicas convencionais*

Nesse sistema de armazenamento, geralmente utilizam-se câmaras frigoríficas de grande capacidade (acima de 500 toneladas), nas quais a conservação de frutas e hortaliças ocorre pelo controle das condições de temperatura, umidade relativa e da circulação de ar na câmara. O adequado controle da temperatura evita o aparecimento de danos fisiológicos causado pelo frio (*chilling*) e por temperaturas de congelamento. O controle da temperatura usada para o armazenamento de frutas e hortaliças deve ser ajustado de acordo com a variedade e/ou tipo de produto a ser armazenado. Portanto, é necessário adotar os devidos cuidados ao armazenar diferentes produtos na mesma câmara frigorífica (OLIVEIRA, 2017).

As frutas a serem armazenadas devem estar frescas e com boa qualidade, isentas de deterioração, contaminação, distúrbios fisiológicos e sem sinais visíveis de ataque de fungos e bactérias. As condições de armazenamento devem obedecer a critérios estudados e estabelecidos por órgão de fiscalização, envolvendo o controle rigoroso das condições de temperatura, umidade e composição de gases da atmosfera da câmara, como, por exemplo, a diminuição dos níveis de oxigênio e etileno, e, conseqüentemente, o ajuste nas condições de CO<sub>2</sub> (RAWAT, 2015).

A fonte de refrigeração convencional é um refrigerante que absorve energia no processo de evaporação. A amônia é o refrigerante mais comum em grandes instalações, pois é de baixo custo. Entra no estado de vapor em baixas pressões e absorve grandes quantidades de calor (cerca de 334 kcal/kg sob vaporização). Por se tratar de um produto corrosivo pode causar danos em caso de vazamento, bem como quando em contato com a água, a amônia pode ser explosiva e tóxica ao homem, em certas concentrações. Por essas razões, em instalações de pequeno e médio porte, a amônia é substituída por Freon<sup>®</sup> 12 ou Freon<sup>®</sup> 22 (SILVA, 2008).

De acordo com Oliveira (2017), a ocorrência de umidade relativa muito baixa é comum no interior de câmaras frigoríficas, propiciando perdas de massa e firmeza, murchamento, enrugamento, amarelecimento e um aspecto esponjoso (não-crocante) em determinados frutos. Essas perdas também estão relacionadas com a temperatura e a taxa de circulação de ar, desse modo, deve-se manter a umidade no interior da câmara entre 90 e 95%. Acima desse percentual, pode ocorrer condensação de água sobre as frutas ou hortaliças, favorecendo a proliferação de microrganismos.

### **Atmosfera Modificada Passiva**

#### *Embalagens plásticas*

Na área de conhecimento em armazenamento de produtos agrícolas, o termo atmosfera modificada consiste em estratégias que visam ao controle das qualidades sensoriais e prolongamento da vida útil pós-colheita de frutas e hortaliças (VÉRAS et al., 2019). De forma mais científica, a atmosfera modificada passiva é uma técnica que

utiliza embalagens (plásticas ou comestíveis) para proporcionar uma barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, resultando na redução dos níveis de O<sub>2</sub>, aumento dos níveis de CO<sub>2</sub>, modificação na concentração de etileno e vapor d'água, e alterações em outros compostos voláteis (VESPUCCI et al., 2018).

Segundo Falcão et al. (2017), a alteração nos teores de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, contribui diretamente para a alteração da cadeia respiratória dos frutos e hortaliças, uma vez que a redução do nível de oxigênio no interior da embalagem, diminui o efeito oxidativo no produto. Logo, os frutos climatéricos são os mais favorecidos pela atmosfera modificada passiva, pois a barreira protetora é uma alternativa para o controle da quantidade de O<sub>2</sub> presente no ambiente circundante, já que esses frutos apresentam um aumento expressivo da atividade respiratória após a colheita.

De acordo com Queiroz (2017), uma das vantagens da atmosfera modificada passiva é o emprego de materiais de baixo custo, como exemplo, as embalagens plásticas do tipo PVC, e outras do tipo PEAD e PEBD. Porém Landim et al. (2016) chamam atenção para os materiais plásticos, que apesar de terem forte contribuição para confecção de embalagens resistentes e eficazes, apresentam elevado conteúdo residual ao meio ambiente. Por isso as pesquisas para utilização de embalagens comestíveis para a conservação de frutas e hortaliças vêm sendo cada vez mais comuns, já que esses materiais não apresentam resíduo após o consumo do produto.

### *Revestimento comestível*

A utilização de revestimentos comestíveis em frutas e hortaliças tem sido explorada de forma vantajosa com o intuito de reduzir as perdas de umidade e a taxa de respiração dos alimentos, além disso proporciona um aspecto brilhante e atraente aos produtos. A principal matéria-prima utilizada na confecção das películas comestíveis é a fécula de mandioca, a qual pode ser ingerida junto com os alimentos, apresentando ainda baixo custo de produção (SILVA et al., 2016).

Os processados dos filmes comestíveis são feitos a partir de polímeros naturais atóxicos e têm se tornado uma nova categoria de material de alto potencial para aplicação, principalmente em produtos minimamente processados. Os revestimentos podem ser hidrofílicos ou hidrofóbicos e sua principal finalidade é diminuir a atividade respiratória, aumentando o tempo de vida útil e preservando as características fisiológicas dos produtos (ASSIS et al., 2008).

A aplicação de películas comestíveis ocorre de forma direta sobre as frutas, na sua parte superficial, formando uma membrana delgada que normalmente é imperceptível a olho nu. Essa possui diversas características que dependem da formulação da solução filmogênica precursora, que de forma a fazer parte do alimento consumido, os materiais utilizados em sua formação devem ser considerados como GRAS (Generally Recognized as Safe), de maneira a não serem tóxicos para a alimentação humana.

É importante ressaltar que essas películas comestíveis vêm sendo erroneamente denominadas de “biofilmes” (ASSIS e BRITO, 2014). Os biofilmes consistem na camada formada por microrganismos que se juntam e crescem de forma irreversível na superfície dos hortifrúteis, produzindo polímeros extracelulares que ajudam na fixação e

formação da matriz (SILVA, 2015). Esses são pré-formados separadamente do produto, ao passo que as películas são coberturas formadas sobre a superfície do alimento, através de mergulhia ou aspersão (AZEREDO, 2003).

O revestimento comestível vem se mostrando uma técnica bastante eficaz no que diz respeito à preservação de frutas e hortaliças para a manutenção da qualidade, como aparência fresca, firmeza e brilho, de forma a melhorar o seu valor comercial (VILLADIEGO et al., 2005). As particularidades mecânicas dos revestimentos comestíveis, como a força de tensão e alongamento, são de extrema importância para os produtos, pois, normalmente, os principais revestimentos devem ser firmes. Isso evita a quebra e a abrasão, oferecendo proteção para superfície do alimento. Além de flexibilidade para melhor adaptação às deformações dos alimentos sem que haja rompimento (LUVIELMO e LAMAS, 2012).

Uma grande vantagem dessa técnica de armazenamento é a biodegradabilidade dos revestimentos comestíveis, dessa forma, o revestimento pode ser utilizado largamente com redução geração de resíduos sólidos e danos ao meio ambiente (SILVA et al., 2016). Além de permitirem um bom aspecto, as películas comestíveis não apresentam pegajosidade, são brilhosas, transparentes e facilmente removíveis pela água (BATISTA et al., 2007).

Para frutas e hortaliças fatiadas, os tipos de películas comestíveis mais indicadas são as películas hidrofílicas. Já para frutos com uma alta taxa de transpiração, recomenda-se a utilização de formulações hidrofóbicas, uma vez que esses, pela perda de água se desidratam, o que leva a alteração na superfície dos produtos (ASSIS e BRITO, 2014).

Com isso, as películas comestíveis têm se tornado uma alternativa para estender o tempo de vida de prateleira de frutas e vegetais dando aos alimentos um controle da permeabilidade ao vapor de água, oxigênio e dióxido de carbono os quais influenciam de forma direta na estabilidade dos frutos durante o seu armazenamento (FAKHOURI et al., 2007).

### **Considerações finais**

As boas práticas pós-colheita são indispensáveis para a oferta de frutas e hortaliças de qualidade ao mercado consumidor. Dentre essas, o armazenamento refrigerado e atmosfera passiva podem funcionar como importantes alternativas para aumentar o tempo de vida útil e a conservação das características sensoriais dos produtos perecíveis, através do controle do metabolismo respiratório e síntese de etileno. Nesse aspecto, são importantes estudos que dimensionem a introdução das melhores tecnologias, conforme o poder aquisitivo, volume ofertado, tipo de hortifrúti comercializado e indicadores de perdas da cadeia produtiva, especialmente, no Maranhão.



# CAPÍTULO 8

## INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E DA COMERCIALIZAÇÃO DE HORTIFRÚTIS EM VINTE E SETE CIDADES MARANHENSES

Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>1</sup>; Lusiane de Sousa Ferreira<sup>2</sup>; Késsia Tenório Figueirinha<sup>1</sup>;  
Antonio Gabriel da Costa Ferreira<sup>1</sup>; Sabrina da Silva Nascimento Sousa<sup>3</sup>;  
Ana Karoline Viana Martins<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo;  
<sup>3</sup>Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".



## Metodologia

O levantamento foi conduzido entre abril de 2016 e junho de 2019, em vinte e sete cidades maranhenses: Afonso Cunha, Aldeias Altas, Anapurus, Bacabeira, Belágua, Brejo, Caxias, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Duque Bacelar, Fortuna, Mata Roma, Presidente Dutra, Santa Filomena, Santa Quitéria, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São Domingos do Maranhão, São João do Sóter, São Mateus, Timon e Urbano Santos. Cujas informações sobre a posição geográfica, população e Índice de Desenvolvimento Humano estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Informações sobre a posição geográfica, população e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) das vinte e sete cidades visitadas durante o levantamento. Fonte: IBGE (2019), IDH (2010).

Cidade	Latitude	Longitude	Microrregião	Populaçã	IDH
Dom Pedro	-4.48333	-44.4500	Centro Maranhense	23.350	0,622
Fortuna	-5.72273	-44.1583	Centro Maranhense	15.552	0,580
Presidente Dutra	-5.29033	-44.4897	Centro Maranhense	47.804	0,653
Santa Filomena	-5.50116	-44.5616	Centro Maranhense	7.773	0,525
São Domingos	-5.57937	-44.3831	Centro Maranhense	34.376	0,582
São Mateus	-4.04054	-44.4682	Centro Maranhense	41.529	0,616
Afonso Cunha	-4.13311	-43.3237	Leste Maranhense	6.524	0,529
Aldeias Altas	-4.62062	-43.4635	Leste Maranhense	26.532	0,513
Anapurus	-3.67160	-43.1159	Leste Maranhense	15.732	0,581
Brejo	-3.68524	-42.7510	Leste Maranhense	36.397	0,562
Caxias	-4.87467	-43.3469	Leste Maranhense	164.880	0,624
Chapadinha	-3.74050	-43.3593	Leste Maranhense	79.675	0,604
Codó	-4.45494	-43.8789	Leste Maranhense	122.859	0,595
Coelho Neto	-4.25569	-43.0147	Leste Maranhense	49.435	0,564
Colinas	-6.02702	-44.2461	Leste Maranhense	41.178	0,596
Coroatá	-4.12517	-44.1304	Leste Maranhense	65.296	0,576
Duque Bacelar	-4.14897	-42.9492	Leste Maranhense	11.349	0,533
Mata Roma	-3.62091	-43.1091	Leste Maranhense	16.829	0,570
Santa Quitéria	-3.49986	-42.5650	Leste Maranhense	25.642	0,555
São Ben. Rio Preto	-3.33317	-43.5279	Leste Maranhense	18.663	0,541
São Bernardo	-3.36142	-42.4189	Leste Maranhense	28.507	0,572
São João do Sóter	-5.10791	-43.8094	Leste Maranhense	18.543	0,517
Timon	-5.09509	-42.8370	Leste Maranhense	169.107	0,649
Urbano Santos	-3.20835	-43.4045	Leste Maranhense	33.122	0,588
Bacabeira	-2.97056	-44.3088	Norte Maranhense	17.055	0,629
Belágua	-3.16251	-43.5103	Norte Maranhense	7.469	0,512
Santa Rita	-3.14681	-44.3198	Norte Maranhense	37.855	0,609

Os dados foram coletados através de entrevistas diretas com os proprietários ou responsáveis pelo setor de hortifrúti em supermercados, sacolões e feiras livres, em

407 estabelecimentos. Para isso, utilizou-se um questionário socioeconômico constituído por perguntas objetivas que abrangeram aspectos do perfil do comerciante (escolaridade; conhecimento técnico em produção, gestão e comercialização; interesse em capacitação e renda mensal), escoamento (procedência, tipo de transporte, infraestrutura de estrada), acondicionamento (tipo de embalagem e padronização dos produtos), armazenamento (tecnologias adotadas) e comercialização (volume ofertado e tempo de exposição) e perdas pós-colheita (estimativas e causas).

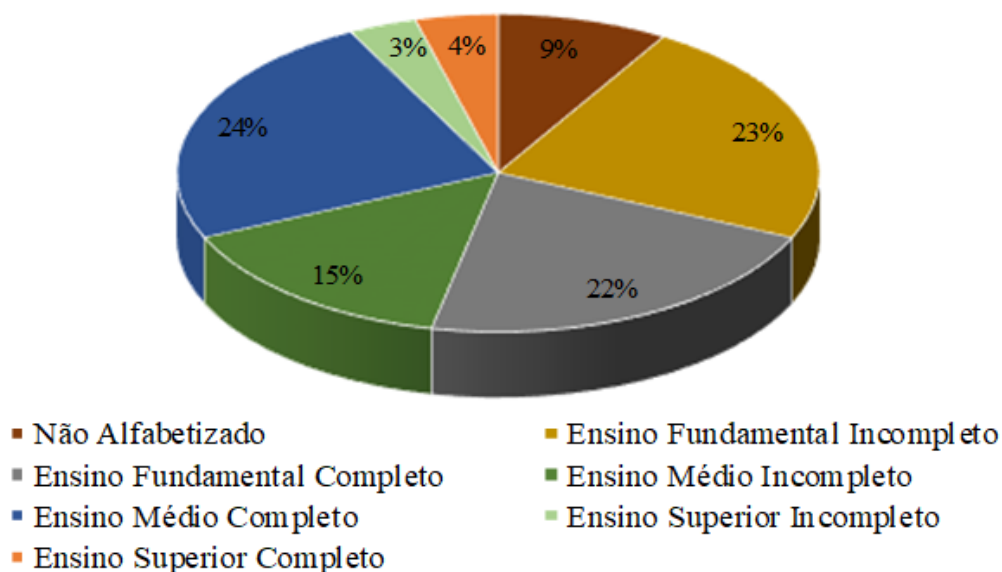
Tais informações permitiram definir um diagnóstico da comercialização e perdas pós-colheita. A renda mensal foi baseada em termos de salários mínimos, que na época do estudo foi cotado em R\$ 954,00. Os dados foram analisados por estatística descritiva e apresentados em gráficos setoriais, confeccionados através da planilha Excel®.

## Resultados e Discussão

### *Perfil socioeconômico dos comerciantes*

O perfil socioeconômico foi analisado para compreender as características predominantes do público-alvo e definir estratégias que possam resultar em melhorias no gerenciamento da comercialização de frutas e hortaliças. Cujo foco principal está relacionado à adoção de boas práticas pós-colheita, visando mitigação de perdas, prejuízos financeiros e impactos ambientais negativos ocasionados pelos resíduos orgânicos gerados.

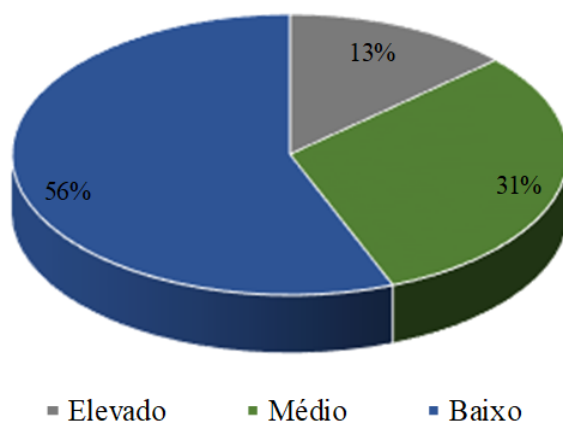
Quanto ao grau de escolaridade, verificou-se que 24% possuíam ensino médio completo; 7% cursaram ensino superior, porém apenas 4% concluíram a graduação. A maioria dos comerciantes (69%) apresentou escolaridade inferior ao ensino médio completo. É importante frisar o quantitativo de não alfabetizados (9%), o qual foi maior que o ensino superior incompleto ou concluído, por exemplo (Figura 1).



**Figura 1.** Grau de escolaridade dos comerciantes de frutas e hortaliças, em vinte e sete cidades maranhenses.

Resultados similares foram obtidos por Amor et al. (2012) ao caracterizar o perfil socioeconômico de comerciantes em feiras livres e supermercados de Santo Antônio de Jesus (BA). Segundo esses autores, o baixo nível de escolaridade pode acentuar problemas no gerenciamento da comercialização e dificultar a flexibilização dos comerciantes para melhorias nas práticas atualmente adotadas.

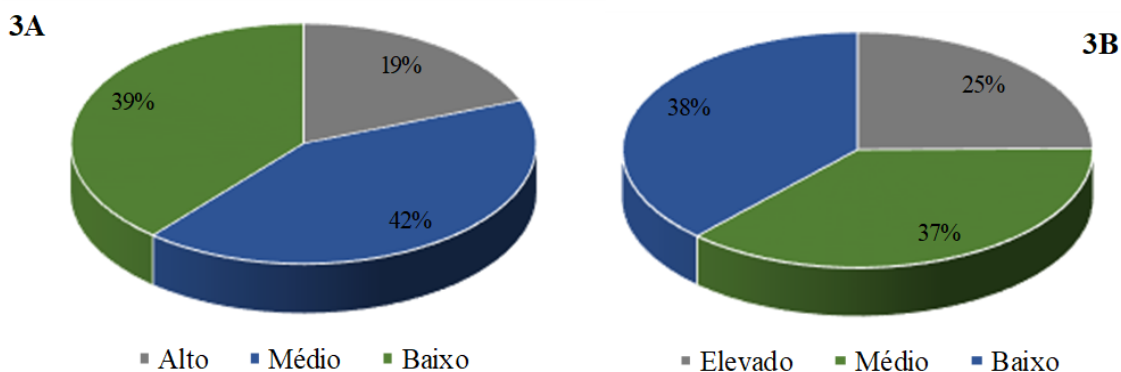
O nível de conhecimento técnico em produção oscilou de baixo (56%) a alto (13%). Todavia a maioria dos comerciantes (87%) alegou deter de baixo a médio conhecimento técnico em produção (Figura 2).



**Figura 2.** Nível de conhecimento técnico em produção de frutas e hortaliças, em vinte e sete cidades maranhenses.

De acordo com Almeida et al. (2012), o baixo nível de conhecimento técnico em produção pode interferir negativamente na percepção de aspectos importantes, como o estágio de maturação, presença de distúrbios fisiológicos e doenças, sazonalidade da produção e padrões de qualidade de hortifrútiis. Isso pode culminar no aumento de riscos e consequentes prejuízos ocasionados por perdas qualitativas ou quantitativas dos produtos durante a etapa de comercialização, o que poderia ser evitado numa recepção mais seletiva junto aos distribuidores.

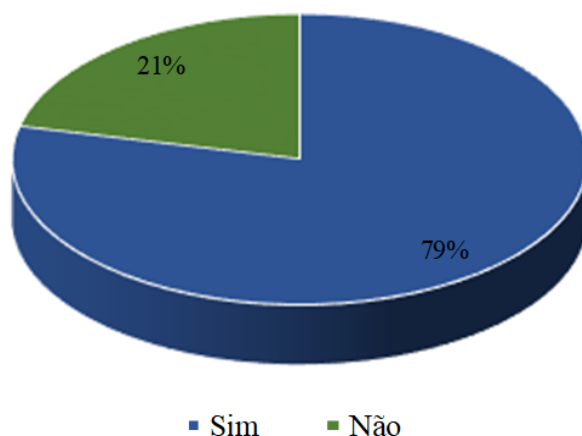
Quanto aos níveis técnicos de gestão e comercialização, a maior parte dos comerciantes relatou ter baixo a médio conhecimento. Para gestão, o quantitativo foi de 81%, ao passo que para comercialização estimaram-se 75% com estes níveis de qualificação (baixo a médio). O que segundo Costa et al. (2015) e Alcântara (2005), pode resultar em imperícias na condução da atividade comercial (Figura 3A e 3B).



**Figura 3.** Nível de conhecimento técnico em gestão (3A) e comercialização (3B), de comerciantes de frutas e hortaliças, em vinte e sete cidades maranhenses.

De acordo com Costa et al. (2015), os conhecimentos técnicos em gestão e comercialização são importantes para estratégica rotatividade dos produtos. Alcântara (2005) acrescentou que o baixo nível de conhecimento em gestão e comercialização pode reduzir a qualidade do serviço, administração da receita, estratégias de marketing, preços praticados e gestão/conservação do volume ofertado. Portanto, infere-se que em relação aos aspectos de produção, gestão e comercialização, os comerciantes apresentaram características predominantemente preocupantes. As quais, possivelmente, estão interferindo na qualidade do serviço prestado, culminando em maior susceptibilidade a prejuízos financeiros.

Todavia, é importante salientar que 79% deles, afirmaram ter interesse em capacitação, pois estão cientes de que a correção dessas limitações pode contribuir no aumento da rentabilidade (Figura 4).



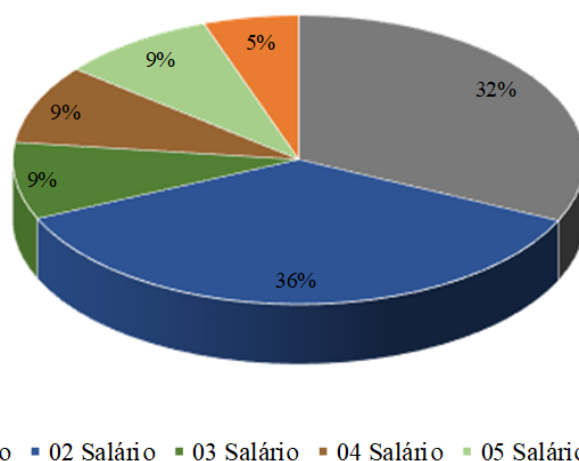
**Figura 4.** Nível de interesse em capacitação, por comerciantes de frutas e hortaliças, em vinte e sete cidades maranhenses.

Os demais comerciantes alegaram não ter interesse em capacitação (21%), pois detêm conhecimento suficiente e/ou por não ter tempo disponível para participação em treinamentos, mesmo que esses sejam de carga horária reduzida (Figura 4). Alguns, também afirmaram não ter renda acessível para investir em qualificação, porém quando indagados sobre a gratuidade dos treinamentos, alegaram não ter receita suficiente para implantação de melhorias nos estabelecimentos. O que pode enfatizar o descrédito

desses comerciantes quanto à relevância do aperfeiçoamento técnico-intelectual sobre a melhoria do serviço prestado.

Quanto aos aspectos de custos ou investimentos, Guerra et al. (2017) reportaram que diversas melhorias podem ser empregadas sem custo e necessitam apenas de uma boa conscientização. Nesse sentido, a recepção seletiva, correta organização dos produtos em prateleiras, higiene dos estabelecimentos, eficiente gerenciamento do volume ofertado e do tempo de exposição do produto em bancadas, eliminação de produtos doentes, preços praticados e divulgação de ofertas em locais visíveis ao público, consistem em alternativas importantes que podem ser discutidas através de treinamentos.

A renda mensal, oriunda da comercialização de hortifrútis, variou de 1 a mais de 5 salários mínimos e demonstra a importância dessa atividade para geração de renda e empregos no Maranhão (Figura 5).



**Figura 5.** Renda mensal resultante da comercialização de frutas e hortaliças em vinte e sete cidades maranhenses.

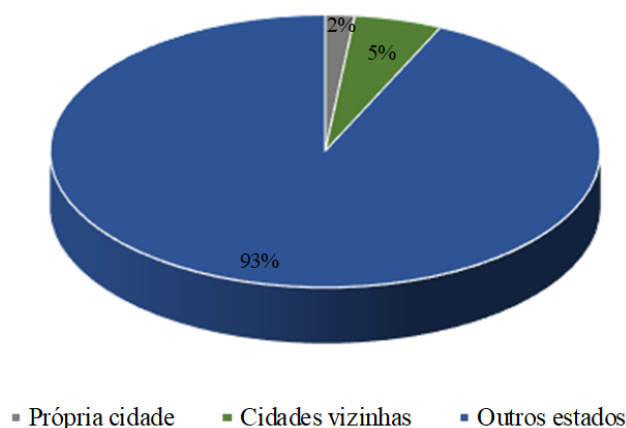
Aproximadamente 68% dos comerciantes obtinham receita de 1 a 2 salários mínimos, o que pode dificultar investimentos em instalações ou técnicas mais efetivas para gerenciamento e conservação dos hortifrútis (Figura 5). Contudo, Costa et al. (2015) ressaltaram que a receita obtida com a comercialização de produtos perecíveis como os hortifrútis, pode ser melhorada através da redução de perdas pós-colheita. E, para isso, é imprescindível um eficiente gerenciamento sem depender diretamente de investimentos. Pois, como frisado anteriormente, algumas práticas podem ser adotadas sem custo financeiro.

Entre os comerciantes, 14% afirmaram obter cinco ou mais salários mínimos, correspondendo a um grupo de melhor poder aquisitivo, geralmente com capacidade para maiores investimentos no volume ofertado, apresentação e conservação de hortifrútis (Figura 5). Contudo, Gustavsson et al. (2011) ressaltaram que o aumento do volume negociado deve ser feito de forma bem gerenciada para que não resulte em drásticos prejuízos. Portanto, é notório que a problemática das perdas pós-colheita deverá ser bem refletida desde o pequeno ao grande produtor/distribuidor/comerciante, sempre buscando soluções efetivas para sua redução.

Nesse contexto, Costa et al. (2015) estimaram que em preços do ano de 2012, a receita resultante da mitigação de perdas, poderia elevar a economia em R\$ 18 bilhões, o PIB em R\$ 9,7 bilhões e gerar mais de 300 mil empregos. Ou seja, a redução nas perdas pós-colheita pode gerar benefícios econômicos substanciais para o Brasil, particularmente nas 27 cidades maranhenses analisadas, nas quais há agravantes nos Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) (Tabela 1), sendo a comercialização de hortifrútiis a única ou mais importante fonte de renda familiar.

#### *Cenário de comercialização de frutas e hortaliças*

A procedência dos hortifrútiis é, predominantemente, de outros estados, principalmente o Ceará, Piauí, Pernambuco e Bahia, cujas relevâncias foram registradas nos trabalhos conduzidos pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia, e publicados por Ferreira et al. (2020), Ferreira (2019), Figueirinha (2019), Nascimento (2019), Silva et al. (2018), Sousa et al. (2018) e Tomm et al. (2018). Portanto, apenas 7% do que é comercializado, originou-se no Maranhão, enfatizando um elevado potencial para expansão da fruticultura e/ou olericultura neste estado, conforme foi apresentado nos capítulos 1 e 2 deste livro (Figura 6).



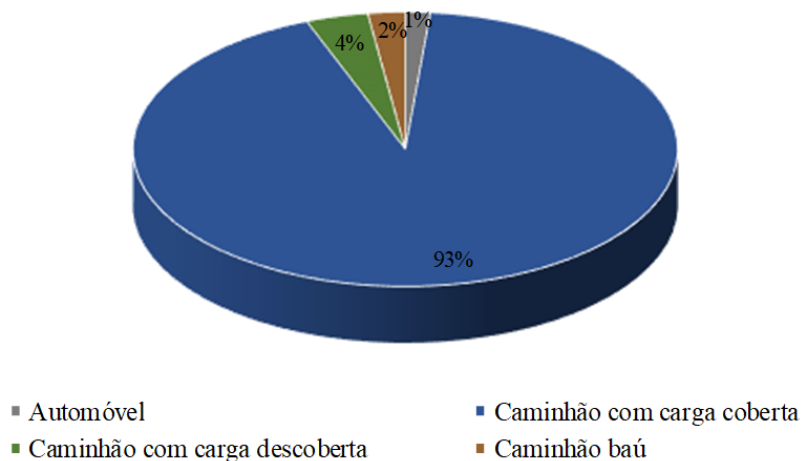
**Figura 6.** Procedência de frutas e hortaliças comercializadas em vinte e sete cidades maranhenses.

Esses resultados corroboram com Costa Neta et al. (2020), que ao estudar o cenário de comercialização de frutas em três segmentos (supermercados, CEASA e feiras livres) de Teresina (PI), constataram que 95% dos hortifrútiis procedem de outros estados, especialmente, o Ceará (80%). É importante ressaltar que, embora o Piauí não seja autossuficiente na comercialização de frutas e hortaliças, esse estado desempenha relevância no escoamento para o Maranhão, cujas potencialidades são diversas. Trata-se, portanto, de uma alarmante informação que precisa ser veiculada para incentivar a produção de hortifrútiis no Maranhão, de modo que haja comercialização de produtos com melhor qualidade e preços justos, oriundos de distâncias menores.

Nesse sentido, Ferreira et al. (2020) reportaram que quanto mais próximo à CEASA de Teresina (PI), maior é a participação deste entreposto sobre a procedência dos hortifrútiis comercializados no Maranhão. Ao passo que, nas cidades mais distantes de Teresina (PI), há maior importância do Ceará, com alguma colaboração da Bahia

e/ou Pernambuco. Nesse aspecto, Henz (2017) e Mendes et al. (2019) ressaltaram que a longa distância percorrida entre o setor produtivo e o de comercialização final pode afetar a qualidade, preços e perdas pós-colheita finais. O que, conseqüentemente, culmina em impactos socioeconômicos negativos e relevantes, associados à dificuldade de acesso aos hortifrúteis pelo público consumidor, bem como a inconvenientes gerados sobre a capacidade de retorno financeiro dessa atividade.

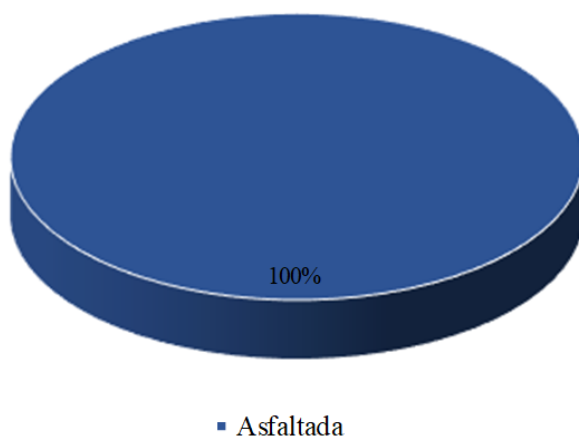
O escoamento até os estabelecimentos é realizado, principalmente, em caminhões com carga coberta com lona (93%) ou carga descoberta (4%), 2% em caminhão baú e 1% em automóvel (Figura 7).



**Figura 7.** Tipos de transporte utilizados para o escoamento de frutas e hortaliças até os estabelecimentos comerciais de vinte e sete cidades maranhenses.

Segundo Cerqueira-Pereira (2009), esse tipo de transporte pode favorecer a intempéries climáticas, bem como permitir compressões, danos mecânicos e contaminações nos hortifrúteis. Esses autores ainda enfatizaram que o transporte de frutas e hortaliças em veículos inapropriados deve-se à inexistência de uma legislação brasileira específica que permita restrições mais severas.

O transporte é realizado em vias asfaltadas (100%) (Figura 8), entretanto os comerciantes alertaram que há muitas limitações no deslocamento em estradas maranhenses, devido à presença de buracos, principalmente durante o período chuvoso.



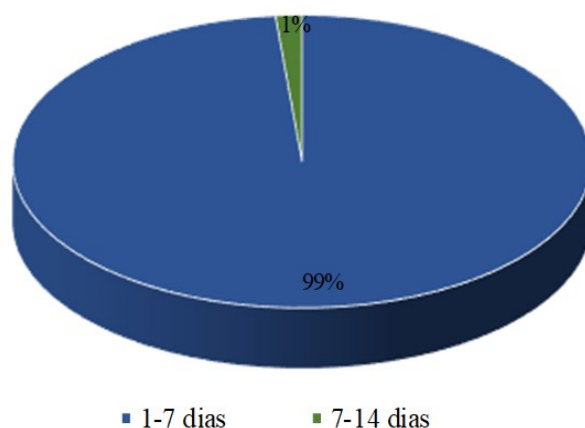
**Figura 8.** Condições das estradas utilizadas para o escoamento de frutas e hortaliças até os estabelecimentos comerciais de vinte e sete cidades maranhenses.

Em consonância, Carvalho et al. (2015) mencionaram que as condições de má conservação das vias terrestres contribuem diretamente para o aumento de perdas pós-colheita, tendo em vista o prolongamento do tempo de percurso e ocorrência de desordens fisiológicas, mecânicas e fitopatológicas.

Os hortifrúteis são escoados em caixas plásticas, sacos de nylon e a granel, conforme suas propriedades físicas. Em geral, algumas frutas climatéricas (mamão, goiaba, manga etc.), hortaliças-fruto (tomate, pimentão, berinjela etc.) e hortaliças folhosas (alface, cheiro verde, repolho etc.) são acondicionadas em caixas plásticas, ao passo que determinadas hortaliças subterrâneas (batata, cebola, cenoura etc.) são embaladas em sacos de nylon.

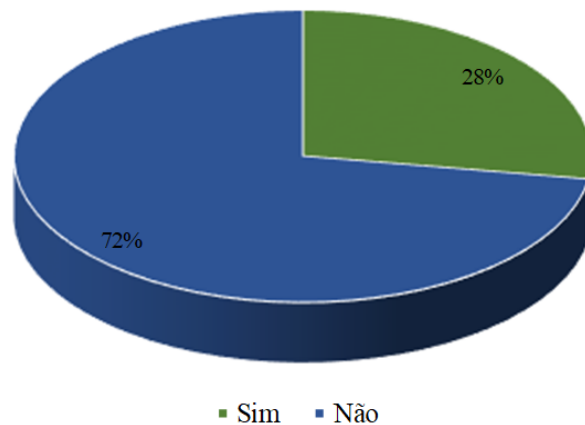
O transporte a granel é comumente feito para frutas/hortaliças mais tolerantes a compressões mecânicas, como melancia, abacaxi, melão, laranja, batata, batata-doce, mandioca, por exemplo. Todavia, Dias (2012) comentou que quanto maiores as limitações ocorrentes no manuseio, acondicionamento e transporte, mais há possibilidade de perdas pós-colheita, mesmo quando o produto apresenta rusticidade. Logo, o uso de sacos nylon e transporte a granel não é recomendado.

Quando os hortifrúteis chegam aos estabelecimentos comerciais ficam expostos para comercialização de 1 a 7 dias, geralmente, dependendo do volume ofertado e fluxo de comercialização (Figura 9).



**Figura 9.** Tempo de exposição de frutas e hortaliças durante a comercialização em vinte e sete cidades maranhenses.

Em 72% dos casos, os hortifrúteis não são armazenados em condições refrigeradas e quando isso ocorre (28%), há prioridade para alguns produtos específicos (ameixa, uva, pera, maçã), os quais são armazenados junto a outros produtos de maior valor agregado, como leite e derivados (queijo, iogurte, requeijão etc.), bebidas, carnes e embutidos, no interior de freezers, geladeiras e câmaras frias (Figura 10).



**Figura 10.** Uso da refrigeração na comercialização de frutas e hortaliças em vinte e sete cidades maranhenses.

Conforme Barreto et al. (2016), o armazenamento refrigerado propicia o controle da temperatura e umidade relativa, com reflexos positivos na regulação da respiração, síntese de etileno, maturação, perda de massa fresca e tempo de vida útil do produto. Em contrapartida, é importante ressaltar que o uso de geladeiras e freezers deve ser feito de forma cautelosa, pois de acordo com Aghdam e Bodbodak (2014), o frio excessivo e o ar seco emitido por esses equipamentos podem ocasionar sintomas indesejáveis, como *chilling* e quebra de dormência, em frutas e hortaliças.

Neves (2016) reportou que a câmara fria consiste numa das tecnologias refrigeradas mais eficientes. Porém, devido aos elevados custos de aquisição e manutenção, ficam restritas aos comerciantes com maior poder aquisitivo. Também é importante acrescentar que, nos estabelecimentos visitados, dificilmente as câmaras frias destinam-se apenas ao armazenamento de hortifrúteis e, conseqüentemente, a sua eficiência dista da ideal, devido às temperaturas próximas de 0°C, que dependendo do hortifrúti pode até ser prejudicial na conservação.

Para os estabelecimentos que não empregam refrigeração ou que a adotam apenas para alguns hortifrúteis específicos, podem ser aplicadas medidas estratégicas na conservação, como o ajuste do volume ofertado (ALMEIDA et al., 2012b; FOSCACHES et al., 2012; HENZ, 2017) e uso de atmosfera modificada com técnicas de baixo custo, como os filmes comestíveis e embalagens plásticas (NEVES JR et al., 2013; ONIAS et al., 2018; OSHIRO et al., 2011). As quais serão melhores discutidas nos capítulos posteriores.

### Considerações finais

A maioria dos comerciantes apresenta baixo/médio nível de escolaridade e conhecimento técnico em produção, gestão e comercialização. A atividade gera predominantemente 1 a 2 salários mínimos, o que limita a possibilidade de investimentos na comercialização e conservação de frutas e hortaliças.

A procedência é principalmente de outros estados, como o Ceará, cujo escoamento ocorre por longas distâncias em vias e transportes vulneráveis às intempéries climáticas. Nos estabelecimentos, os hortifrúteis são expostos a prolongado

tempo de comercialização, geralmente sem adoção de tecnologias de armazenamento, como a refrigerada. E quando isso ocorre, dificilmente é bem dimensionada para frutas e hortaliças, focando na conservação de produtos com maior valor agregado, como os laticínios, bebidas e carnes.

Esse cenário pode estar ocasionando importantes efeitos negativos sobre os indicadores socioeconômicos da comercialização de frutas e hortaliças, com reflexos sobre a magnitude de perdas, qualidade e preços finais praticados. Teoricamente, isso limita a rentabilidade, acesso a produtos de qualidade e preços justos, e ocasiona impactos ambientais decorrentes da inadequada destinação final dos resíduos orgânicos gerados pelas perdas de hortifrútiis.

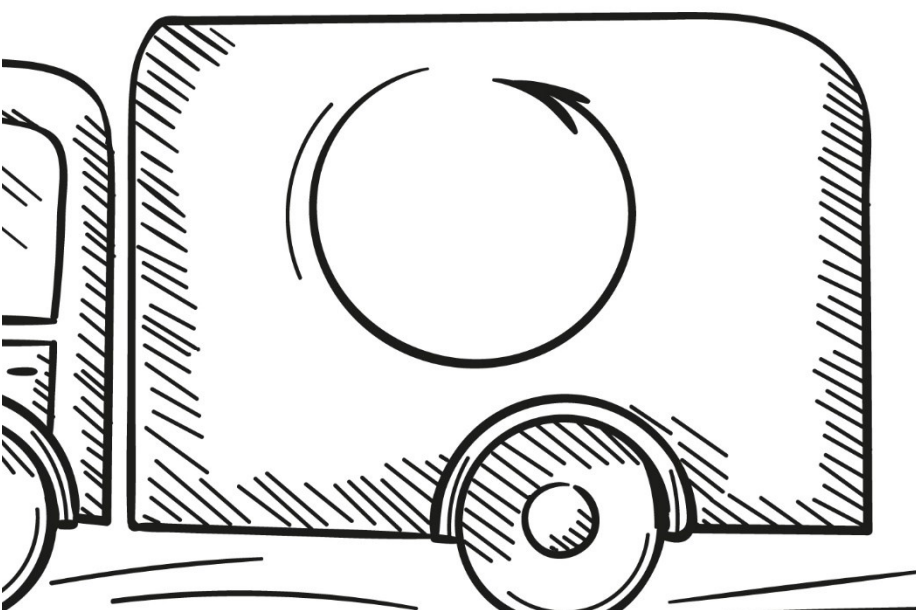


# CAPÍTULO 9

## MAGNITUDE E CAUSAS DE PERDAS PÓS-COLHEITA DE FRUTAS EM VINTE E SETE CIDADES MARANHENSES

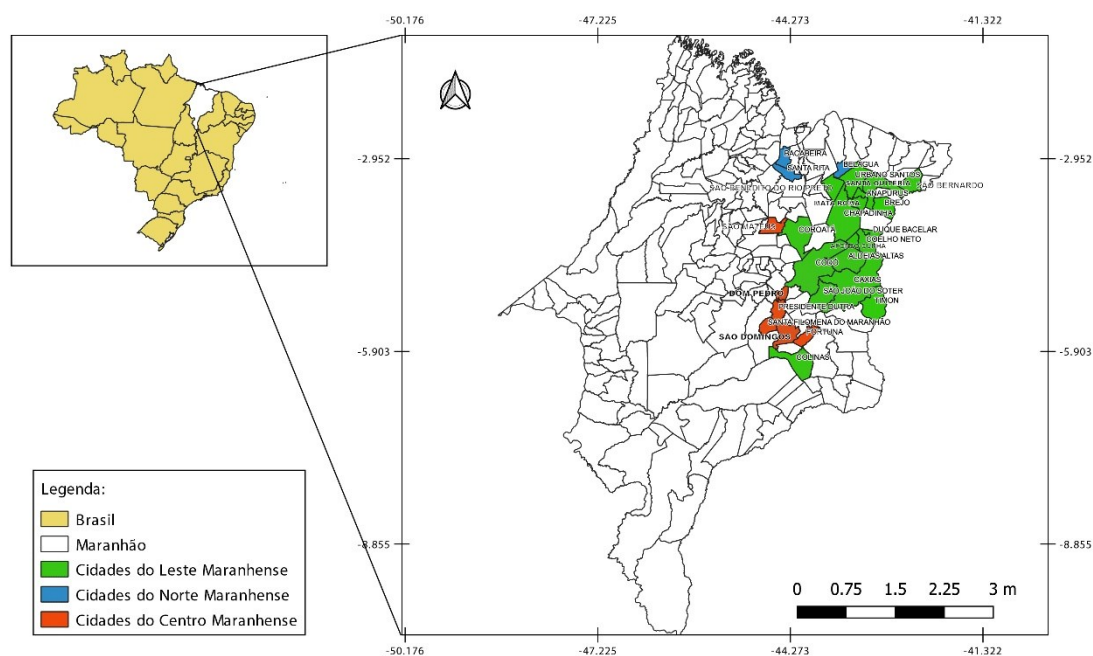
Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>1</sup>; Luana Ribeiro Silva<sup>2</sup>; Késsia Tenório Figueirinha<sup>1</sup>; Lusiane de Sousa Ferreira<sup>3</sup>; Antonio Gabriel da Costa Ferreira<sup>1</sup>; Marcelo de Sousa da Silva<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná; <sup>3</sup>Universidade Federal do Espírito Santo.



## Metodologia

O levantamento foi conduzido entre abril de 2016 e junho de 2019, em vinte e sete cidades maranhenses: Afonso Cunha, Aldeias Altas, Anapurus, Bacabeira, Belágua, Brejo, Caxias, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Duque Bacelar, Fortuna, Mata Roma, Presidente Dutra, Santa Filomena, Santa Quitéria, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São Domingos do Maranhão, São João do Sóter, São Mateus, Timon e Urbano Santos. Cujas informações sobre a posição geográfica estão ilustradas na Figura 1.



**Figura 1.** Posição geográfica das cidades visitadas durante o levantamento, as quais estão destacadas em coloração verde, azul e vermelho, conforme a mesorregião de inserção.

**Fonte:** IBGE (2010) e adaptada pelos autores.

Os dados foram coletados através de entrevistas diretas com os proprietários ou responsáveis pelo setor de hortifrúti em supermercados, sacolões e feiras livres, em 407 estabelecimentos. Para isso, utilizou-se um questionário socioeconômico constituído por perguntas objetivas que abrangeram aspectos socioeconômicos e perdas pós-colheita de hortifrúti.

As perdas relativas (PR) foram estimadas pela seguinte fórmula:

$$PR (\%) = \left\{ \left[ \frac{VO - VV}{VO} \right] \times 100 \right\}$$

Na qual, VO referiu-se ao volume da fruta ofertada (kg semana<sup>-1</sup>) e VV representou o volume da fruta vendida (kg semana<sup>-1</sup>). Os quantitativos foram

classificados, de acordo Tofanelli et al. (2009) em perda reduzida ( $PR \leq 5,00\%$ ), perda média ( $5,01 \leq PR \leq 10,00\%$ ) e perda elevada ( $PR \geq 10,01\%$ ).

A perda absoluta foi estimada pela multiplicação entre a perda relativa (%) e o volume médio ofertado da fruta, de modo a enfatizar a magnitude do volume perdido em quilogramas por semana ( $\text{kg semana}^{-1}$ ). Por sua vez, o volume médio ofertado de cada fruta foi obtido pelo quociente entre o seu volume total e o número de estabelecimentos que a ofertava.

Os comerciantes apontaram através de perguntas objetivas, as principais causas primárias de perdas (desordens fisiológicas, danos mecânicos e danos fitopatológicos) para cada fruta. Assim, obteve-se a porcentagem média de atuação dessas injúrias sobre a perda relativa total. Nesse sentido, as perdas pós-colheita receberam a denominação de perdas fisiológicas, mecânicas e fitopatológicas, conforme sugerido por Chitarra e Chitarra (2005).

Para melhor detalhamento do estudo, as frutas foram classificadas em climatéricas e não-climatéricas. Os dados foram analisados por estatística descritiva e apresentados em tabelas.

## Resultados e Discussão

### *Volume ofertado*

O volume ofertado oscilou de 24,94 a 165,96  $\text{kg semana}^{-1}$ , com média geral de 57,15  $\text{kg semana}^{-1}$ . Entre as principais frutas ofertadas destacaram-se a banana (165,96  $\text{kg semana}^{-1}$ ), melancia (138,70  $\text{kg semana}^{-1}$ ), maçã (47,74  $\text{kg semana}^{-1}$ ) e abacaxi (43,90  $\text{kg semana}^{-1}$ ) (Tabela 1). Dessas, a banana apresentou, aproximadamente, o triplo da quantidade ofertada de maçã e abacaxi, bem como o sétuplo do maracujá. Em consonância, Ferrão et al. (2016) e Leite et al. (2010) enfatizaram que a banana é uma das frutas mais produzidas e consumidas no mundo, desempenhando papel relevante na economia brasileira.

**Tabela 1.** Volume ofertado, perdas relativas, perdas absolutas, classes e causas de perdas pós-colheita de frutas climatéricas e não-climatéricas comercializadas em vinte e sete cidades maranhenses.

Grupo	Frutas	VMO	PR	PA	Classe	Causas (%)		
						PF	PM	PFT
Climatéricas	Mamão	40,54	17,30	7,01	Elevada	11,56	3,49	2,25
	Abacate	30,54	15,72	4,80	Elevada	9,41	3,85	2,46
	Goiaba	28,65	11,50	3,29	Elevada	7,93	2,04	1,53
	Banana	165,96	9,32	15,47	Média	6,78	2,25	0,29
	Maracujá	24,94	8,94	2,22	Média	6,50	1,20	1,24
	Manga	34,64	8,40	2,91	Média	5,62	1,27	1,51
	Melancia	138,70	7,68	10,65	Média	5,57	1,35	0,76
	Melão	32,40	6,14	1,99	Média	4,84	0,43	0,87
	Maçã	47,74	6,00	2,86	Média	4,02	0,89	1,09

Não-climatéricas	Abacaxi	43,90	8,88	3,90	Média	5,31	2,53	1,04
	Uva	40,64	8,68	3,53	Média	6,45	1,62	0,61
<b>Média Geral</b>	---	<b>57,15</b>	<b>9,87</b>	<b>5,33</b>	<b>Média</b>	<b>6,73</b>	<b>1,90</b>	<b>1,24</b>

VMO = Volume médio ofertado (kg semana<sup>-1</sup>); PR = Perda relativa (%); PA = Perda absoluta (kg semana<sup>-1</sup>); PF = Perda fisiológica (%); PM = Perda mecânica (%); PFT = Perda fitopatológica (%).

Ferreira et al. (2019) e Figueirinha (2019) citaram uma considerável diversidade de frutas ofertadas no mercado varejista de doze cidades maranhenses, dentre as quais, a banana era ofertada em todos os estabelecimentos visitados. Isso pode estar associado a aspectos culturais, preços e disponibilidade, que segundo Mankiw (2009) consistem em importantes variáveis na estimativa da curva de demanda dos produtos agrícolas. Em conformidade, Bosqueiro (2018) reportou que os consumidores brasileiros quando vão comprar frutas tropicais, como a banana, enfatizam o sabor (31%), sazonalidade (17%), aparência (14%) e preço (14%).

#### *Perdas pós-colheita: estimativas, causas e sugestões*

As perdas relativas compreenderam 6,00 a 17,30%, com média geral de 9,87% (Tabela 1). Esses resultados corroboram com os obtidos por Costa Neta et al. (2020) em Teresina (PI), Marques e Souza (2019) em Belém (PA), Foscaches et al. (2012) em seis cidades (pertencentes ao Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo), Tofanelli et al. (2009) em Mineiros (MG). Em comparação ao cenário internacional, apresentaram consonância com as estimativas da CSA (2012/13) na Etiópia, porém foram inferiores ao levantamento de Hassan et al (2010) em Bangladesh. Isso comprova que as perdas apresentam relevância em várias localidades do território brasileiro e internacional, cuja variação, geralmente, é refletida pelo potencial produtivo e as práticas pós-colheita adotadas em cada localidade.

No levantamento realizado em pequenas cidades do Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo, Foscaches et al. (2012) consideraram estimativas superiores a 5,60%, como de alto risco socioeconômico, pois abrangeram 80% dos estabelecimentos visitados. No presente estudo, 100% das perdas relativas foram superiores a 6,00% e enquadradas nas classes de média a elevada magnitude, conforme classificação de Tofanelli et al. (2009). Isso pode emitir significativos alertas na cadeia maranhense de hortifrúti, particularmente para pequenos comerciantes, cuja renda mensal, dificilmente, supera dois salários mínimos. E, portanto, deveriam perder menos, conforme discutido com maiores detalhes nos Capítulos 3, 6, 8 e 11.

Entre as frutas climatéricas, o mamão apresentou a maior perda relativa (17,30%), seguido pelo abacate (15,72%) (Tabela 1). A alta perecibilidade do mamão corrobora com Godoy et al. (2010), que o descreveu como um fruto suculento de epiderme fina, altamente susceptível a danos fisiológicos e mecânicos, como perda de massa, amolecimento, amassamento, cortes e abrasões, que facilitam contaminações microbiológicas, principalmente na fase de amadurecimento. Nesse estudo, as perdas fisiológicas compreenderam 66,82% das perdas relativas do mamão, ao passo que as mecânicas, 20,17%, e fitopatológicas, 13,01%.

Em relação ao abacate, Russo et al. (2013) explicaram que consiste numa fruta com rápido amadurecimento e, mesmo em condições ambientais desejáveis, a conservação pode não ser satisfatória por longo período, devido a seu potencial perda de massa e firmeza. Conforme Cábria e Vieites (2013), essa perda qualitativa culmina em empecilhos na aceitação comercial do abacate, todavia, isso poderia ser evitado pelo eficiente gerenciamento do volume ofertado semanalmente, atentando à sazonalidade, por exemplo.

Quanto às frutas não-climatéricas, abacaxi (8,88%) e uva (8,68%) obtiveram estimativas de perdas similares, com leve superioridade do abacaxi. O abacaxi é predominantemente produzido no Maranhão, particularmente em São Domingos (MA) e cidades vizinhas, porém há excedente oriundo de outros estados (SILVA et al., 2018). Nesse sentido, é provável que o manuseio, transporte, ponto de colheita e características do fruto, tenham contribuído para essa perda relativa média (8,88%) (Tabela 1).

O abacaxi é, geralmente, transportado a granel, em caminhões de carga coberta com lona, portanto com baixa proteção a intempéries climáticas que favorecem a causas primárias de perdas. Logo, as desordens fisiológicas e mecânicas compreenderam 88,29% das perdas relativas totais do abacaxi e sinalizam sobre cuidados necessários na seleção dos produtos para venda, tendo em vista que os aspectos externos aos estabelecimentos podem estar contribuindo grandemente para as perdas.

Em torno de 56% das frutas climatéricas apresentaram perdas relativas superiores às estimadas para não-climatéricas, o que pode estar relacionado às suas singularidades de metabolismo pós-colheita. Nesse contexto, Asmar et al. (2010) explicaram que as frutas climatéricas apresentam rápidas transformações bioquímicas, associadas ao pico na síntese de etileno e taxa respiratória na fase de amadurecimento. Isso as torna mais perecíveis e, possivelmente, por isso, mamão, abacate, goiaba, banana e maracujá obtiveram perdas relativas superiores ao abacaxi e uva.

As desordens fisiológicas consistiram no principal fator causal de perdas, seguidas pelos danos mecânicos e fitopatológicos em ordem decrescente. As perdas fisiológicas compreenderam mais de 65% da perda relativa de todas as frutas analisadas, com destaque às ocorridas na uva (74,31%), banana (72,74%) e maracujá (72,70%) (Tabela 1). No que diz respeito à uva, Foscales et al. (2012) alertaram que se trata de uma fruta com alterações sensoriais repentinas, especialmente quando não armazenada sob refrigeração. Portanto, o cenário de comercialização maranhense pode ter contribuído para essas magnitudes, corroborando as hipóteses apresentadas no Capítulo 8.

Carrer e Alves (2011) salientaram que a comercialização da uva em centros afastados de áreas produtoras normalmente resulta em preços mais elevados e, isso pode aumentar o intervalo de comercialização. Por conseguinte, as perdas fisiológicas também são aumentadas, especialmente, quando a uva não é conservada adequadamente. Assim, é provável que o ineficiente gerenciamento do volume médio ofertado, armazenamento precário e os altos preços praticados tenham colaborado para aumento de perdas fisiológicas da uva em estabelecimentos maranhenses.

A banana apresentou o maior volume ofertado e se posicionou como a quarta fruta mais perdida na ordem decrescente de perdas relativas deste levantamento (Tabela 1).

Contudo, no que concerne às perdas absolutas, que relaciona a perda relativa ao volume médio ofertado, observou-se que a banana ocupou a primeira posição em volume perdido (kg semana<sup>-1</sup>).

A perecibilidade da banana corroborou com as explicações de Tomm et al. (2018), os quais salientaram que a banana tem elevado pico de etileno e respiração após colheita, o que pode ocasionar desordens fisiológicas indesejáveis, sobretudo, quando submetida à alta temperatura e baixa umidade relativa do ar, que são condições meteorológicas recorrentes no Maranhão, principalmente, no período seco. À vista disso, é provável que o cenário de comercialização maranhense tenha favorecido estas impactantes estimativas para banana e outras frutas com metabolismo pós-colheita similar.

Nesse aspecto, Ferrão et al. (2016) reportaram que o prolongado tempo de comercialização é arriscado, principalmente para banana, pois é uma fruta com metabolismo acelerado e susceptível ao amadurecimento precoce, o qual diminui a aceitação comercial e ocasiona perdas fisiológicas. Logo, é importante haver adequação do volume ofertado à sazonalidade de consumo, de forma a reduzir o tempo de exposição em prateleira e evitar desordens fisiológicas, que neste estudo contribuíram de forma substancial sobre as perdas relativas totais da banana.

Embora as perdas absolutas aparentem baixa magnitude para as frutas analisadas, a repetição semanal dos descartes e a sua contabilização dentro do universo de hortifrúteis, exprimem relevantes impactos socioeconômicos e ambientais ocorrentes na atividade. Inferindo sobre melhorias na conscientização e/ou treinamento dos comerciantes nas cidades visitadas, assim como em outras com perfis semelhantes.

### **Considerações finais**

Recomenda-se cuidados com o ponto de colheita, manuseio, escoamento, acondicionamento, volume ofertado, tempo de prateleira e conservação das frutas, de modo a reduzir os efeitos negativos dos fatores causais de perdas, principalmente as desordens fisiológicas, sobre os indicadores socioeconômicos da atividade.

As frutas climatéricas requerem maiores cuidados quanto à conservação, pois apresentam alta sensibilidade à perda de massa fresca, perda de firmeza e amadurecimento precoce, que ocasionam alterações inesperadas sobre o sabor, odor, textura e coloração, com impactos negativos na aceitação comercial.

É necessário reduzir riscos na recepção dos hortifrúteis, evitando-se produtos lesionados ou em estágio de maturação avançado. Para isso, é fundamental o alto nível de conhecimento técnico do comerciante ou responsável do setor, que pode ser aprimorado através de treinamentos.

É importante o incentivo público à produção de frutas, no Maranhão, pois é provável que as longas distâncias percorridas até a comercialização final afetem a qualidade, preços e susceptibilidade a perdas. Além disso, o crescimento da fruticultura poderia ocasionar melhorias na geração de renda e empregos no estado, conforme reportado no Capítulo 1.

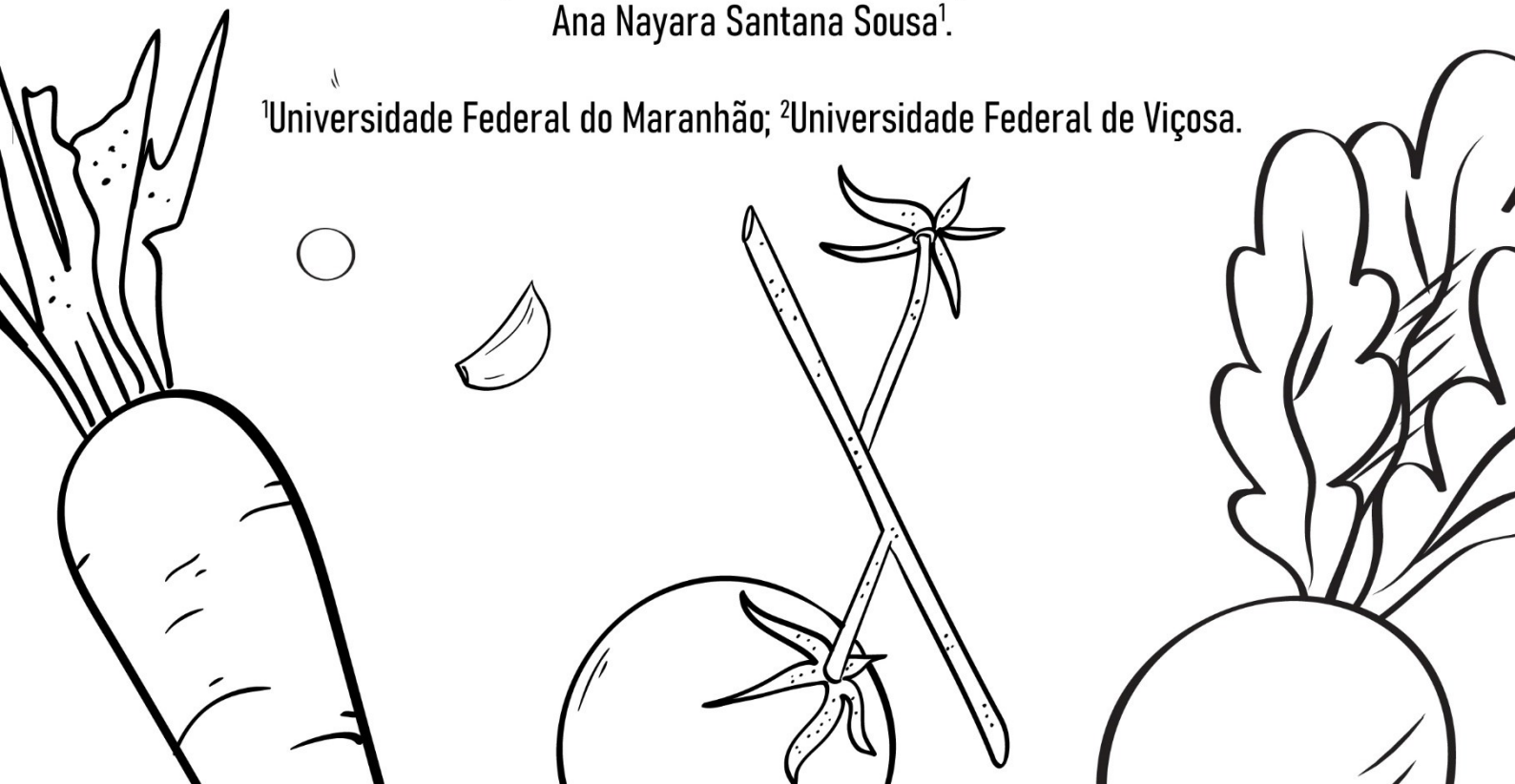


# CAPÍTULO 10

## PERDAS PÓS-COLHEITA DE HORTALIÇAS: ESTIMATIVAS, CAUSAS E SOLUÇÕES PARA VINTE E SETE CIDADES MARANHENSES

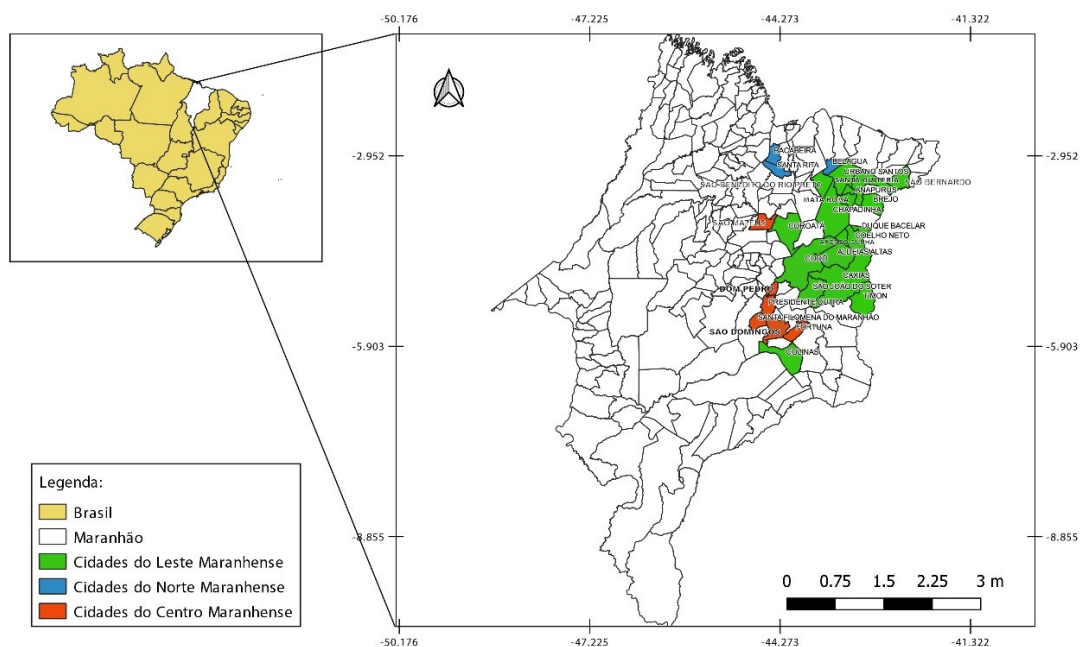
Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>1</sup>; Késsia Tenório Figueirinha<sup>1</sup>; Tiago Vieira da Costa<sup>1</sup>; Mayara da Silva Mendes<sup>2</sup>; Jorge Ricardo dos Santos Faro<sup>1</sup>; Tiago Fernando Riew Tomm<sup>1</sup>; Ana Nayara Santana Sousa<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa.



## Metodologia

O levantamento foi conduzido entre abril de 2016 e junho de 2019, em vinte e sete cidades maranhenses: Afonso Cunha, Aldeias Altas, Anapurus, Bacabeira, Belágua, Brejo, Caxias, Chapadinha, Codó, Coelho Neto, Colinas, Coroatá, Dom Pedro, Duque Bacelar, Fortuna, Mata Roma, Presidente Dutra, Santa Filomena, Santa Quitéria, Santa Rita, São Benedito do Rio Preto, São Bernardo, São Domingos do Maranhão, São João do Sóter, São Mateus, Timon e Urbano Santos. Cujas informações sobre a posição geográfica estão ilustradas na Figura 1.



**Figura 1.** Posição geográfica das cidades visitadas durante o levantamento, as quais estão destacadas em coloração verde, azul e vermelho, conforme a mesorregião de inserção. Fonte: IBGE (2010) e adaptada pelos autores.

Os dados foram coletados através de entrevistas diretas com os proprietários ou responsáveis pelo setor de hortifrútis em supermercados, sacolões e feiras livres, em 407 estabelecimentos. Para isso, utilizou-se um questionário socioeconômico constituído por perguntas objetivas que abrangeram aspectos socioeconômicos e perdas pós-colheita de hortifrútis.

As perdas relativas (PR) foram estimadas pela seguinte fórmula:

$$PR (\%) = \left\{ \left[ \frac{VO - VV}{VO} \right] \times 100 \right\}$$

Na qual,  $\underline{VO}$  referiu-se ao volume da fruta ofertada ( $\text{kg semana}^{-1}$ ) e  $\underline{VV}$  representou o volume da hortaliça vendida ( $\text{kg semana}^{-1}$ ). Os quantitativos foram

classificados, de acordo com Tofanelli et al. (2009) em perda reduzida ( $PR \leq 5,00\%$ ), perda média ( $5,01 \leq PR \leq 10,00\%$ ) e perda elevada ( $PR \geq 10,01\%$ ).

A perda absoluta foi estimada pela multiplicação entre a perda relativa (%) e o volume médio ofertado da hortaliça, de modo a enfatizar a magnitude do volume perdido em quilogramas por semana ( $\text{kg semana}^{-1}$ ). Por sua vez, o volume médio ofertado de cada hortaliça foi obtido pelo quociente entre o seu volume total e o número de estabelecimentos que a ofertava.

Os comerciantes apontaram através de perguntas objetivas, as principais causas primárias de perdas (desordens fisiológicas, danos mecânicos e danos fitopatológicos) para cada hortaliça. Assim, obteve-se a porcentagem média de atuação dessas injúrias sobre a perda relativa total. Nesse sentido, as perdas pós-colheita receberam a denominação de perdas fisiológicas, mecânicas e fitopatológicas, conforme sugerido por Chitarra e Chitarra (2005).

Para melhor detalhamento do estudo, as hortaliças foram classificadas em hortaliças-fruto, folhosas e subterrâneas. Os dados foram analisados por estatística descritiva e apresentados em tabelas.

## Resultados e Discussão

### *Volume ofertado*

O volume ofertado oscilou de 22,55 a 116,83  $\text{kg semana}^{-1}$ , com média geral de 56,77  $\text{kg semana}^{-1}$ . A alface obteve estimativa de 40 unidades ofertadas semanalmente, (Tabela 1).

**Tabela 1.** Volume ofertado, perdas relativas, perdas absolutas, classes e causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em vinte e sete cidades maranhenses.

Grupo	Hortaliças	VMO	PR	PA	Classe	Causas (%)			
						PF	PM	PFT	
Frutos	Berinjela	22,55	20,89	4,71	Elevada	14,72	5,20	0,97	
	Tomate	116,83	14,50	16,94	Elevada	9,16	4,46	0,88	
	Pepino	40,47	13,30	5,38	Elevada	9,71	1,99	1,60	
	Pimentão	36,23	12,45	4,51	Elevada	9,32	1,94	1,19	
Subterrâneas	Batata	65,20	12,70	8,28	Elevada	8,74	2,83	1,13	
	Batata-doce	37,97	11,43	4,34	Elevada	7,92	2,97	0,54	
	Cenoura	49,08	10,18	5,00	Elevada	7,60	1,72	0,86	
	Cebola	85,85	8,88	7,62	Média	6,06	2,54	0,28	
Folhosas	Alface	40,00*	9,00	3,60	Média	7,97	0,73	0,30	
<b>Média Geral</b>		<b>---</b>	<b>56,77</b>	<b>12,59</b>	<b>6,71</b>	<b>Elevada</b>	<b>9,02</b>	<b>2,71</b>	<b>0,86</b>

VMO = Volume médio ofertado ( $\text{kg semana}^{-1}$ ); PR = Perda relativa (%); PA = Perda absoluta ( $\text{kg semana}^{-1}$ ); PF = Perda fisiológica (%); PM = Perda mecânica (%); PFT = Perda fitopatológica (%).

A hortaliça mais ofertada foi o tomate com 116,83  $\text{kg semana}^{-1}$ , equivalente ao dobro da média geral e similar ao volume semanal estimado por Almeida et al. (2012), no mercado varejista de Areia (PB), cuja metodologia serviu de embasamento à

aplicada no presente estudo. Essa posição de destaque do tomate corroborou com Ferreira (2019), que listou essa hortaliça entre as mais consumidas do Brasil.

Segundo esse autor, alguns fatores contribuíram para isso, nos últimos anos, como a melhoria dos hábitos de consumo da população, maior preocupação com a saúde e o incremento de saladas em segmentos, como o fast food. Assim, é provável que o hábito de consumo e as tendências do mercado das cidades visitadas tenham contribuído substancialmente para esta posição de destaque do tomate.

De acordo com Oliveira et al. (2012), alguns atributos como variedade, homogeneidade de tamanho e coloração, ausência de defeitos e tipo de embalagem consistem em aspectos importantes para o comerciante obter melhor remuneração na comercialização do tomate. Todavia, como o Maranhão não é um estado autossuficiente na produção de hortaliças, particularmente o tomate, os preços finais são, geralmente, mais elevados mesmo com baixa qualidade dos produtos ofertados. O que possivelmente deriva-se de um repasse dos prejuízos decorrentes de perdas ao consumidor final, conforme sugerido por Costa et al. (2015).

Nesse sentido, Tofanelli et al. (2009) recomendaram cuidados com o gerenciamento do volume ofertado de hortaliças perecíveis como o tomate, pois o prolongamento do tempo de exposição para venda pode culminar em perdas fisiológicas relevantes, ainda mais, quando a qualidade inicial do produto pode estar sendo prejudicada pelas condições de escoamento e comercialização comentadas no Capítulo 8.

A cebola e a batata posicionaram-se como a segunda e terceira hortaliça mais ofertada, com volume de 85,85 kg semana<sup>-1</sup> e 65,20 kg semana<sup>-1</sup>, respectivamente, (Tabela 1). Esses resultados se enquadraram com Canella et al. (2018) que listaram essas duas, entre as cinco hortaliças mais relevantes do mercado brasileiro.

Quanto à alface, observou-se oferta em mais de 90% dos estabelecimentos visitados, cuja procedência era, predominantemente, local. A comercialização se caracterizava por pequenos e médios volumes ofertados, porém com boa frequência e qualidade, dada a proximidade entre o setor produtivo e comercial final.

O grupo de hortaliças subterrâneas apresentou expressiva oferta corroborando com Aguiar et al. (2020), que pontuaram este grupo como de grande importância na nutrição humana, especialmente por aspectos energéticos. Esses autores também comentaram que, embora o consumo de alimentos seja afetado por características socioeconômicas e estilos de vida, as hortaliças subterrâneas apresentam expressiva frequência alimentar em diferentes classes sociais brasileiras.

#### *Perdas pós-colheita: estimativas, causas e sugestões*

As perdas pós-colheita abrangeram 8,88 a 20,89%, cuja média geral foi estimada em 12,59% (Tabela 1). Esses resultados corroboraram com os apresentados por Henz (2017), numa revisão bibliográfica detalhada sobre perdas pós-colheita estimadas, no Brasil, e publicadas em plataformas da Embrapa, Google Acadêmico e SciELO. Também foram consonantes com Buzby e Hyman (2012) em levantamento de perdas

ocorrentes na comercialização e consumo de hortifrúteis nos Estados Unidos; e aos reportados por Kitinoja e Kader (2015), numa revisão bibliográfica sobre as perdas de produtos agrícolas em países subdesenvolvidos de vários continentes.

Pelos resultados obtidos no presente estudo, verificou-se que aproximadamente 78% das hortaliças enquadraram-se na classificação de perdas elevadas ( $PR > 10,01$ ) (Tabela 1). Portanto, de forma similar ao que foi discutido no Capítulo 9 para frutas, esses resultados sinalizam sobre a necessidade de melhorias nas práticas pós-colheita adotadas nos estabelecimentos, o que pode ser feito através de uma melhor conscientização e capacitação.

Entre as principais causas primárias de perdas, destacaram-se as desordens fisiológicas, que provocaram 71,64% das perdas relativas totais; seguidas pelos danos mecânicos, 21,53%, e danos fitopatológicos, 6,83%. O grupo de hortaliças-fruto foi o mais susceptível. Todas as hortaliças desse grupo obtiveram perdas elevadas ( $PR > 10,01$ ), com destaque a berinjela (20,89%) e tomate (14,50%), que também ocuparam as duas primeiras posições entre as hortaliças mais perdidas, conforme ranking geral (Tabela 1). Possivelmente, isso ocorreu por ocasião das características morfológicas e fisiológicas desse grupo que, geralmente, contempla hortaliças com elevado teor de água, alta suculência, epiderme fina, baixo teor de amido e metabolismo climatérico.

Isso sugere um melhor gerenciamento do volume ofertado e inserção de tecnologias de conservação, principalmente de baixo custo, que agreguem em conservação e valor final dos produtos comercializados. Nesse sentido, Silva et al. (2020) e Aguiar et al. (2020), em estudos direcionados ao armazenamento de hortifrúteis comercializados no Maranhão, concluíram que o uso de embalagens plásticas, como o saco hermético e filme plástico, apresentou benefícios na conservação dos atributos de qualidade e aumento da vida útil de frutos, sendo uma alternativa de baixo custo para estabelecimentos comerciais maranhenses e outros com perfis semelhantes.

A perda relativa estimada para berinjela (20,89%) englobou o maior valor entre todos os hortifrúteis estudados e trata-se, portanto, de um percentual alarmante. Embora essa hortaliça tenha sido apenas a nona em termos de volume ofertado e, o percentual esteja abaixo da faixa esperada de perdas (30-45%) em países da América Latina, (HENZ, 2017; FAO, 2011; HLPE, 2014) imagina-se que este quantitativo pode estar propiciando impactantes efeitos negativos sobre a geração de renda na atividade, principalmente, quando somado ao estimado para as outras frutas e hortaliças comercializadas. O que pode inviabilizar a continuidade do comerciante no setor, em médio e longo prazo, especialmente, aquele cuja renda mensal não supera dois salários mínimos.

Nesse aspecto, é preciso compreender a sazonalidade de consumo de algumas hortaliças, como berinjela e pepino, por exemplo. Pois é provável que o hábito de consumo esteja influenciando no prolongamento do tempo de comercialização, o que induz a perdas fisiológicas expressivas, estimadas na margem de 70,46% para berinjela e 73,01% para pepino. Assim, é importante orientar os comerciantes sobre a

necessidade de um gerenciamento mais eficiente sobre o volume ofertado, de modo que haja redução dessas perdas.

No que concerne ao tomate, é provável que o mau manuseio/acondicionamento, ineficiente gerenciamento do volume ofertado e precariedade nas práticas de conservação tenham contribuído para perdas elevadas, na margem de 14,50%. O mau manuseio/acondicionamento, possivelmente, ocorrente durante a distribuição e/ou comercialização resultou em 30,76% de perdas mecânicas, representando o maior percentual dessa injúria, dentre as hortaliças estudadas. Inclusive, superior aos estimados para hortaliças subterrâneas, que, geralmente, são acondicionadas em embalagens com menor capacidade protetora, como sacos nylon. Nesse sentido, Tomm et al. (2016) relataram que o empilhamento inadequado de embalagens pode provocar compressões e machucaduras na epiderme, resultando em perdas mecânicas relevantes como as relatadas no presente estudo.

Essas perdas mecânicas poderiam ser evitadas também por uma recepção mais seletiva da hortaliça, pois é provável que os danos sejam iniciados entre o setor produtivo e/ou distribuidor, sendo posteriormente repassados à etapa de comercialização/consumo. Portanto, é importante ressaltar que quando estes danos não ocasionam perdas imediatas, favorecem a contaminação microbiológica e/ou desordens fisiológicas no interior dos estabelecimentos, conforme reportado por Guerra et al. (2014).

Nesse contexto, estimaram-se 63,17% de perdas fisiológicas para tomate, que podem estar associadas às lesões mecânicas, mas também às intempéries ambientais de comercialização, prolongado tempo de exposição para venda, baixa qualidade inicial do produto, desuso de práticas de conservação, dentre outros aspectos que contribuem para aceleração do metabolismo respiratório, aumento da síntese de etileno e perda de água. Assim, as principais desordens fisiológicas compreenderam perda de massa fresca, firmeza e brilho; enrugamento da epiderme e amadurecimento precoce do fruto.

Sintomas similares foram relatados para o pimentão, que possui características morfológicas e fisiológicas semelhantes ao tomate e expressou perdas fisiológicas na margem 74,86% das perdas totais. Tais resultados posicionaram-no como a segunda hortaliça mais susceptível a desordens fisiológicas, junto à alface (88,56%) e cenoura (74,66%).

Em relação à alface, Cassetari et al. (2015) salientaram que se trata de uma hortaliça altamente perecível em decorrência do seu elevado teor de água, que em média compreende 96%. Diante disso, Santos et al. (2018) recomendaram o armazenamento sob 3°C e 90% para melhor conservação dos seus atributos de qualidade. Os autores, ainda observaram que sob 25 °C e 90%, a hortaliça permaneceu apta para consumo, apenas, até o primeiro dia após a colheita.

Portanto, é provável que as condições ambientais das cidades visitadas, cujas médias são de temperatura alta e umidade relativa baixa, estejam reduzindo o tempo de vida útil da alface e outros hortifrúteis ofertados. Especialmente, quando os estabelecimentos não são climatizados e/ou não se adota o armazenamento refrigerado, cujos resultados foram detalhadamente discutidos no Capítulo 8.

Todavia, entende-se que a refrigeração é uma ferramenta inviável para maioria do público-alvo desta pesquisa e, dessa forma, é importante a conscientização quanto a soluções sem custo, como o eficiente gerenciamento do volume ofertado e maior atenção à sazonalidade de consumo. Também, recomenda-se evitar a recepção da alface e outras hortaliças folhosas oriundas de longas distâncias percorridas, dada à perecibilidade desse grupo e às exigências do consumidor para um produto fresco.

No que diz respeito às perdas absolutas, a ordem decrescente consistiu em tomate (16,94 kg semana<sup>-1</sup>), batata (8,28 kg semana<sup>-1</sup>) e cebola (kg semana<sup>-1</sup>). Assim, novamente, o tomate foi ranqueado entre as hortaliças mais perdidas, possivelmente pelas suas características morfofisiológicas e manejo pós-colheita adotado, conforme discutido anteriormente.

Para batata e cebola, os comerciantes relataram que apesar de haver uma boa aceitação para consumo, as principais dificuldades na comercialização dessas duas hortaliças estão relacionadas ao prolongado tempo de permanência na prateleira em determinadas épocas do ano, o que induz a perdas fisiológicas relevantes, principalmente o brotamento. Conforme Lima (2016), o brotamento propicia rápida permuta de matéria seca do tubérculo para o broto, ocasionando perda de massa e alteração de características organolépticas, como aroma, cor e sabor. Logo, o produto torna-se impróprio para consumo.

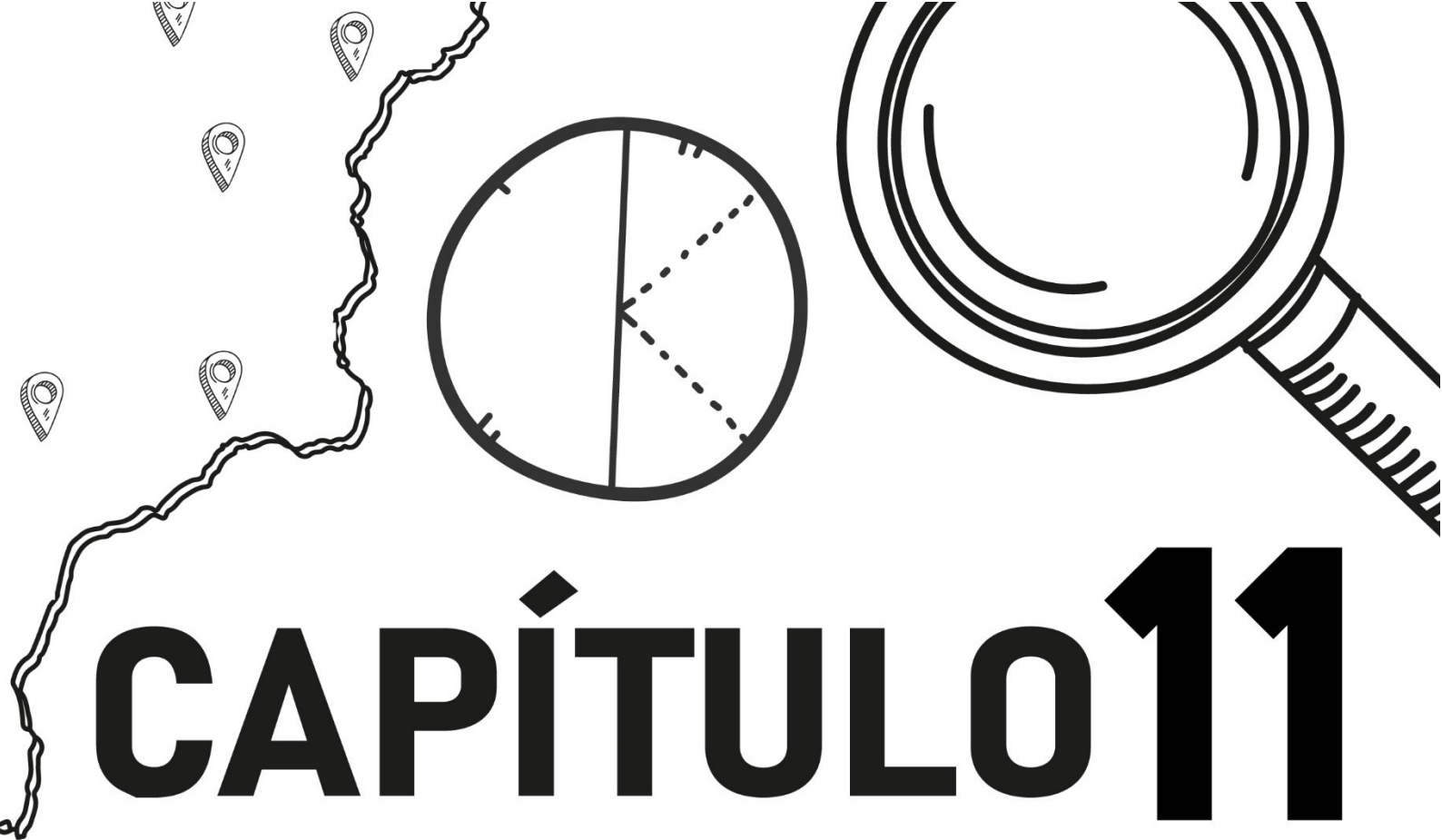
Isso, possivelmente, é potencializado pela elevada concorrência e mau gerenciamento do volume ofertado, tendo em vista que batata e cebola estiveram entre os três maiores volumes ofertados e com frequência de oferta acima de 90% nos estabelecimentos visitados.

### **Considerações finais**

Em torno de 80% das hortaliças apresentaram perdas relativas elevadas ( $PR > 10,01$ ), cujas desordens fisiológicas e mecânicas foram identificadas como as principais causas primárias de perdas.

Isso sinaliza sobre a necessidade de melhorias e, portanto, recomenda-se uma recepção mais seletiva, adequado manuseio, escoamento e acondicionamento; eficiente gerenciamento do volume ofertado; redução do tempo de exposição em prateleira e inserção de tecnologias alternativas de conservação, como os recobrimentos plásticos. Contudo, para uma eficaz conscientização do público-alvo dessa pesquisa, é interessante que esses aspectos sejam cuidadosamente abordados em minicursos a serem oferecidos, especialmente, pelo poder público.

É imprescindível que haja um maior incentivo público à produção de hortaliças, no Maranhão, de modo a aumentar a oferta de produtos com melhor qualidade e preços justos. Entende-se que isso propiciará melhorias na geração de renda e empregos na cadeia produtiva de hortaliças com reflexos positivos sobre a sustentabilidade da atividade.

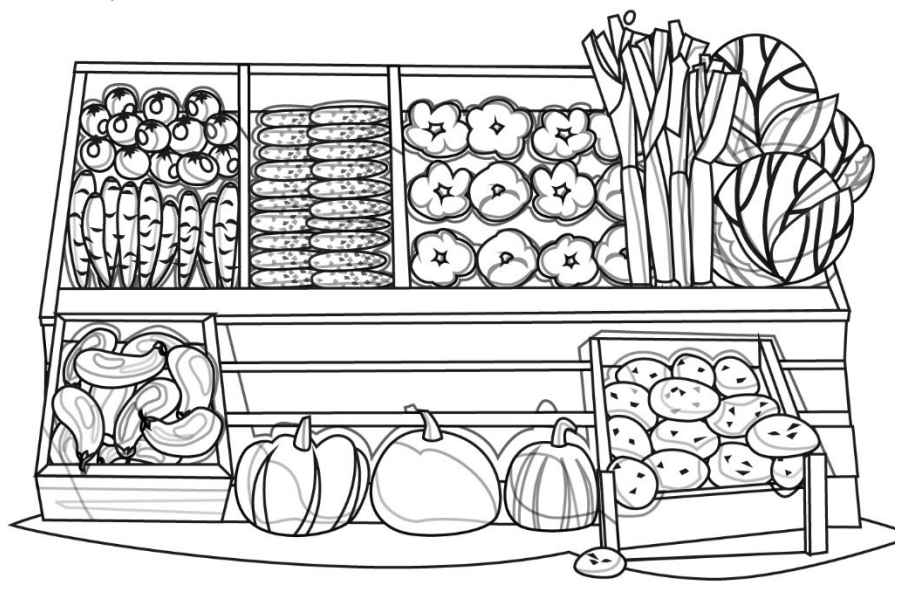


# CAPÍTULO 11

## LEVANTAMENTO ECONÔMICO E MERCADOLÓGICO COM ENFOQUE NAS PERDAS DE HORTIFRÚTIS EM DIFERENTES MICRORREGIÕES MARANHENSES

Ricardo Alves de Araújo<sup>1</sup>; Lusiane de Sousa Ferreira<sup>2</sup>; Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>3</sup>;  
Clésio dos Santos Costa<sup>4</sup>; Luiza de Nazaré Carneiro da Silva<sup>5</sup>;  
Francisco Naysson de Sousa Santos<sup>6</sup>; Ivone Rodrigues da Silva<sup>7</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo; <sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>4</sup>Universidade Federal do Ceará; <sup>5</sup>Universidade Federal do Tocantins; <sup>6</sup>Universidade Federal da Paraíba; <sup>7</sup>Universidade Federal do Piauí.



## **Introdução**

A importância de conhecer informações sobre as perdas e desperdício de alimentos é direcionada à conscientização da população quanto à possibilidade de redução da fome no mundo. Contudo, impactos econômicos relevantes também podem ser obtidos pela redução dessas perdas. Neste sentido, dado o volume de produtos cujas perdas sejam eliminadas, pode-se com eles, aumentar as receitas com a comercialização e aumentar a demanda por serviços de comércio, transporte e beneficiamento dos produtos. Além disso, o maior volume ofertado, oriundo da redução de perdas, tem o impacto de reduzir o preço dos produtos, o que pode aumentar o bem-estar dos consumidores.

A competitividade, dentro de um sistema de comercialização, pode ser considerada um indicador de resultado e medida pelo desempenho no mercado, refletindo vantagens adquiridas ao longo do tempo. Tal característica depende de relações sistêmicas, já que, muitas vezes, as estratégias podem ser dificultadas por gargalos de coordenação vertical ou até mesmo de logística (FAO 2013; FAO 2011a e FAO 2011b). Dessa forma, a organização mais eficiente, nessas cadeias, depende das características do produto e do mercado. As perdas pós-colheita dos produtos agrícolas, por exemplo, podem refletir um grau de desarticulação nestes sistemas, influenciando diretamente na competitividade e, diminuindo a margem de comercialização, que por sua vez, irá refletir em menor lucro ao mercado. O conhecimento pelos agentes da cadeia de influência dessas perdas em cada elo não se apresenta de forma transparente, necessitando assim de levantamentos para, de certa forma, mensurar tais impactos.

Sob o ponto de vista microeconômico, conforme apresentado por Nicholson (2002), a quantidade demandada de um dado produto depende do preço do próprio produto, preços dos produtos concorrentes ou substitutos, preços dos produtos complementares, renda, gosto, hábitos do consumidor, locais de compra, etc. No entanto, não somente fatores a nível microeconômico são responsáveis pelo perfil de consumo dos agentes econômicos. Outros fatores mais abrangentes também exercem consideráveis influências sobre o comportamento do consumidor, tais como, estruturais, tecnológicos e macroeconômicos.

Talvez um melhor entendimento dos impactos das perdas, na sociedade, poderia indicar caminhos e apontar soluções a serem mensurados pelos agentes econômicos. Para tanto, seria produtivo entender, em destaque, como esses impactos se manifestam isoladamente nas esferas econômicas. Ademais, realizando-se um corte horizontal, esses impactos estão presentes em três níveis de atividade, a saber: sociedade mais geral (nível macro); cadeia produtiva (nível meso); e famílias e indivíduos (nível micro).

## **Metodologia**

Nos últimos cinco anos, o NEPF/UFMA (Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia da Universidade Federal do Maranhão) vem realizando pesquisas em diversos municípios maranhenses com a temática perdas pós-colheita, gerando resultados no

meio acadêmico (FERREIRA et al., 2020; NASCIMENTO et al., 2019 e SOUSA et al., 2018) e que, do ponto de vista econômico, podem servir de base para ações e visem diminuir tais impactos para a sociedade, as quais serão debatidas ao longo deste capítulo. As pesquisas conduzidas pelo NEPF/UFMA são realizadas através de entrevistas diretas em diferentes segmentos de comercialização de frutas e hortaliças. Até agora, a maioria das pesquisas tentam descrever de forma direta e precisa as perdas pós-colheita em diferentes municípios situados em distintas microrregiões do estado do Maranhão. Para tanto, o grupo utiliza um questionário socioeconômico elaborado conforme Almeida et al. (2012), que abrange, entre outros aspectos, o cenário de comercialização, perdas pós-colheita e descartes de produtos perdidos. A estimativa de perdas relativas ocorre por uma relação entre o volume ofertado e o vendido, para cada segmento analisado. Os resultados são expressos em porcentagem (%) e estimados pela seguinte fórmula:

$$PR (\%) = \frac{O - V}{O} \times 100$$

No qual, PR consistiu na perda relativa, em porcentagem; O representou a quantidade média da fruta ou hortaliça ofertada em kg semana<sup>-1</sup>; V consistiu na quantidade média da fruta/hortaliça vendida em kg semana<sup>-1</sup>. As perdas relativas foram classificadas em baixa (PR ≤ 5,00%), média (5,01 ≤ PR ≤ 10,00%) e alta (PR ≥ 10,01%), conforme proposto por Tofanelli et al. (2009).

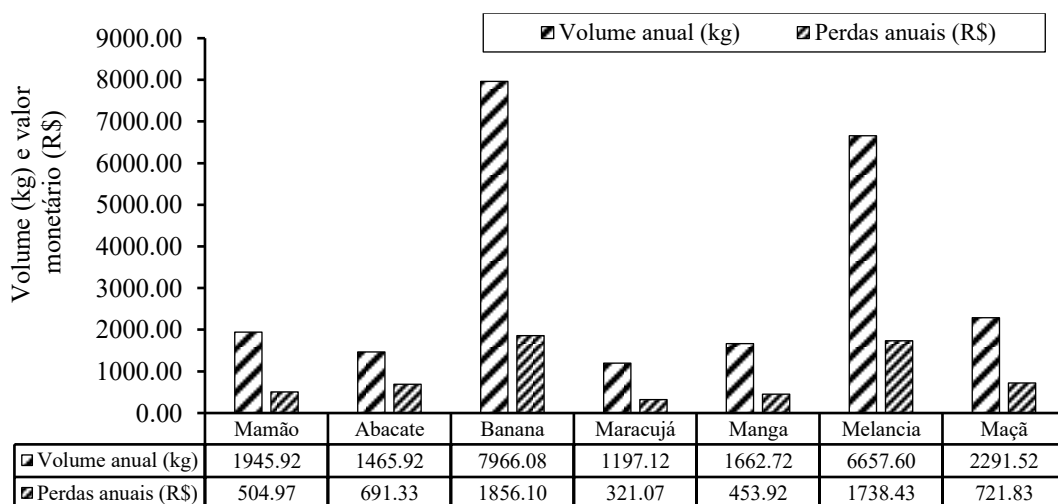
Diante de tais resultados, pode-se inferir ou até mesmo extrapolar os resultados quantitativos para valores, ou até mesmo simular diferentes situações, nas quais pode-se prever e propor estratégias para minimizar tais efeitos na economia local. Com base nessas afirmações, busca-se, através deste capítulo, mostrar os impactos econômicos oriundos das perdas pós-colheita estimadas nos Capítulos 9 e 10. Ressalta-se, no entanto, que os valores econômicos apresentados são simulações que auxiliarão no desenvolvimento de um senso crítico a respeito da problemática de perdas pós-colheita, como forma de conscientizar sua redução em estabelecimentos comerciais de hortifrútiis.

## Resultados e Discussão

Num levantamento de perdas pós-colheita realizado pelo NEPF/UF, observou-se que, de forma geral, nas diferentes microrregiões maranhenses avaliadas, os maiores volumes comercializados de frutas climatéricas foram de banana (7.966,08 kg), melancia (6.657,60 kg) e maçã (2.291,52 kg). Ao extrapolarmos os valores para o período de um ano (Figura 1), observou-se que as perdas com banana propiciam prejuízo de R\$ 1.856,10 ao mercado varejista local, levando em consideração a média do preço dessa hortaliça em 2019 (CEPEA, 2019).

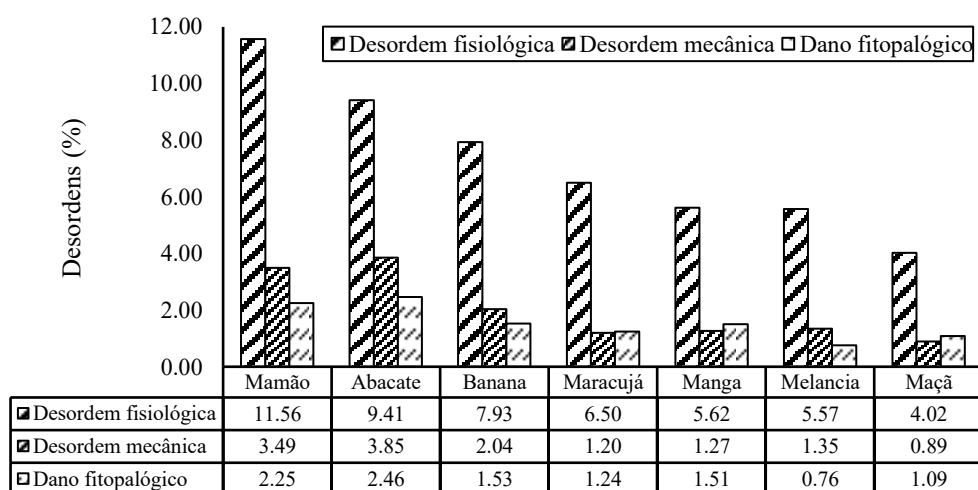
De forma similar, as outras duas frutas geram grandes perdas econômicas ao varejista. Além disso, deve-se ressaltar que, nos sistemas de comercialização agrícola, o mercado varejista de hortaliças apresenta baixo markup, o que pode representar uma perda bem maior que o atacado e produtor. Se considerarmos que os autores destacaram as desordens fisiológicas como as principais causas de perdas pós-colheita em hortaliças

e que a distribuição ocorre de forma parecida no país, podemos extrapolá-los para mercados com características similares.



**Figura 1.** Média de volume e perdas anuais de hortifrúti comercializadas no varejo, em diferentes microrregiões do estado do Maranhão. Fonte: elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados apresentados nos Capítulos 9 e 10.

Deve-se destacar que mais importante que mostrar o prejuízo econômico, seria apontar soluções para tais prejuízos. Assim, diante de tal afirmação e com base nos estudos levantados pelo NEPF/UFMA, as principais desordens observadas nas referidas frutas foram, principalmente, desordens fisiológicas, com destaque ao mamão que chegou a 67% da perda relativa total (17,30%) (Figura 2). Dessa forma, elas impactam de forma significativa na quantidade de produto ofertado e preços finais praticados.



**Figura 2.** Tipos de desordens em frutas comercializadas no varejo, em diferentes microrregiões do estado do Maranhão.

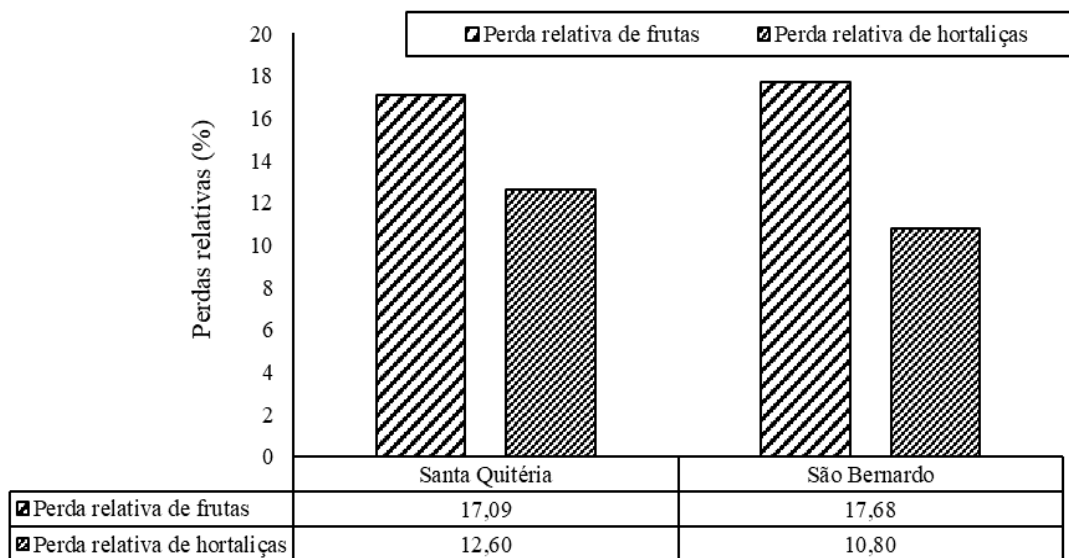
**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de pesquisas realizadas pelo NEPF/UFMA.

As perdas colaboram para que haja aumento no custo da etapa pós-colheita. Muitas vezes, esse custo representa o maior gasto ao longo da pós-colheita e comercialização, ou então, o valor sobrepõe o custo de alguma etapa muito importante para a qualidade do produto, caso que ocorre, frequentemente, com a manga, que apresenta o custo de perda mais elevado do que o próprio beneficiamento, conforme apresentado por Choudhury e Costa (2004). As perdas significativas que ocorrem durante a produção, colheita, pós-colheita, armazenamento e transporte ao canal distribuidor também contribuem fortemente para a redução da oferta.

Nesse sentido, para elaboração de políticas públicas ou qualquer engajamento no sentido de contornar tal situação, são necessárias informações do possível impacto de tais perdas na economia local, haja vista que cada microrregião ou município apresenta suas peculiaridades. Daí a importância de levantamentos como o realizado pelo NEPF dentro do estado do Maranhão, podendo servir não somente como embasamento científico, mas sim técnico do ponto de vista econômico, tendo em conta que as perdas e os desperdícios de alimentos devem ser abordados ao longo de toda a cadeia de abastecimento alimentar, para criar sistemas alimentares mais sustentáveis, tanto do ponto de vista ecológico quanto social e econômico.

Na maioria dos trabalhos realizados pelo NEPF, chega-se à conclusão de que as deficiências gerenciais e técnicas representam importantes causas de perdas pós-colheita. Em tais casos, simples inovações de baixo custo podem fazer uma grande diferença. A introdução de simples tecnologias poderiam reduzir, consideravelmente, as perdas, tal como é fundamental reforçar o investimento em infraestrutura e comercialização nessas diferentes microrregiões.

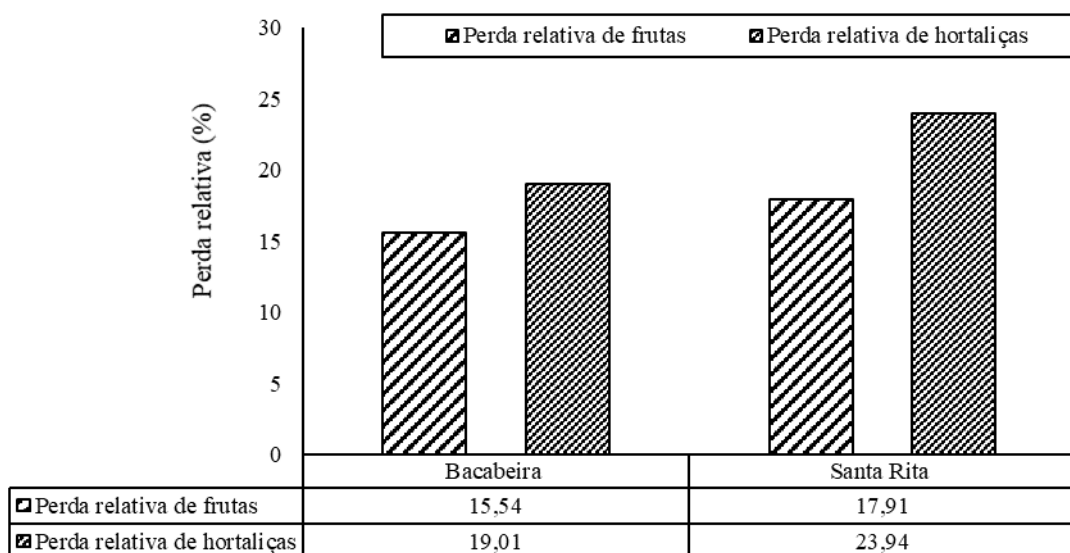
No que concerne a essas particularidades, pode-se observar as perdas relativas de frutas e hortaliças para diferentes municípios maranhenses (Figuras 3 e 4). Na figura 3, observa-se o levantamento em dois municípios da microrregião do Baixo Parnaíba. No município de Santa Quitéria e São Bernardo, as perdas relativas de frutas foram de 17,09 e 17,68%, respectivamente, enquanto que de hortaliças situaram na casa 12,60 e 10,80% na mesma ordem. Tais informações são de suma importância e vão de encontro a toda proposta levantada no parágrafo anterior, pois se pensarmos que há uma certa diferença entre produtos agrícolas dentro de um mesmo cenário municipal.



**Figura 3.** Média de perda relativa (%) de frutas e hortaliças comercializadas no varejo, em diferentes municípios da microrregião do Baixo Parnaíba, estado do Maranhão. **Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de pesquisas realizadas pelo NEPF/UFMA.

Diante do cenário apresentado acima, pode-se inferir que se deve propor estratégias diferentes, haja vista que há certa diferença para perdas de frutas e/ou hortaliças, ainda mais se consideramos ‘perda’ aquele alimento que não chega ao consumidor final, mas seu custo de produção termina por ser rateado entre os segmentos. Dado esse caráter invisível do produto perdido, sabe-se que o volume ofertado e a procedência podem estar interferindo nos indicadores, conforme discutido nos Capítulos 9 e 10.

Ao observarmos a realidade de outra microrregião, como é o caso de Rosário (Figura 4), percebe-se uma discrepância maior ainda. No levantamento realizado pelo NEPF, observou-se que, em dois municípios dessa microrregião, Bacabeira e Santa Rita, as perdas relativas de hortaliças são maiores que as de frutas.



**Figura 4.** Média de perda relativa (%) de frutas e hortaliças comercializadas no varejo, em diferentes municípios da microrregião de Rosário, estado do Maranhão.

**Fonte:** Elaborado pelos autores e adaptado com base nos resultados de pesquisas realizadas pelo NEPF/UFMA.

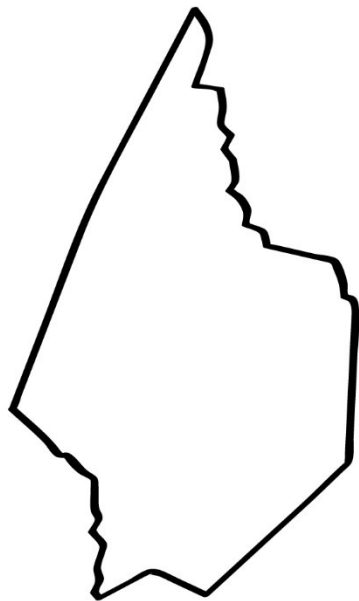
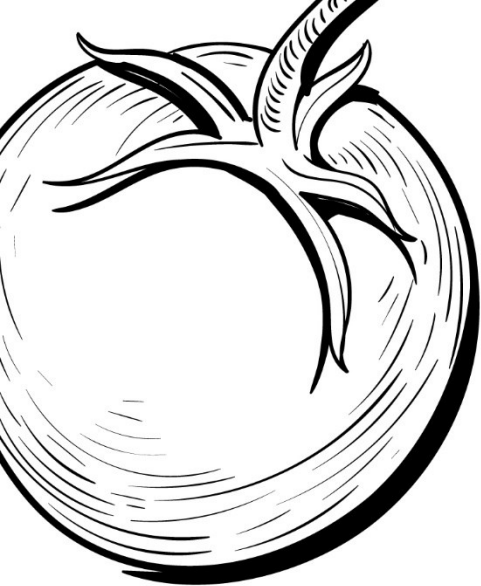
Diante desse cenário contrastante, pode-se inferir que qualquer aumento nas perdas terá impacto maior no mercado local, pois ao gerar preços e quantidades diferentes daqueles que ocorreriam em equilíbrio, as perdas físicas também resultam na geração de custos sociais líquidos, ainda mais quando os produtos são locais, tal como as hortaliças, o qual podemos chamar de custo social líquido das perdas das hortaliças. Nesse sentido, os produtores locais são, geralmente, mais prejudicados do que os consumidores em termos de bem-estar, configurando-se as perdas na comercialização como transferência de renda.

De acordo com Vilela et al. (2003), o aumento nas perdas de produtos hortícolas redonda na diminuição da quantidade de equilíbrio do produto no mercado com incremento do preço de equilíbrio. Com a alta do preço de equilíbrio, oriundo do aumento das perdas, ocorre redução no excedente do consumidor, que acaba por pagar o custo das perdas incorporado ao preço final do produto. Segundo os autores, qualquer nível de perda é prejudicial aos consumidores.

### Considerações finais

O sucesso na redução de perdas pós-colheita, visando à diminuição de impactos econômicos deve ser resultado de vários fatores. Contudo, tal êxito encontra barreiras a serem superadas, especialmente, na conscientização quanto à adoção de boas práticas pós-colheita no manejo dos hortifrúteis. Por conseguinte, isso vem subtraindo os rendimentos dos produtores, comerciantes e pesando no bolso do consumidor final, devido aos custos que são embutidos ao longo do processo. A deficiência dos setores de logística que incluem as estruturas e os serviços de armazenagem tem tornado o processo de comercialização difícil, moroso e caro.

Embora a comercialização, hoje em dia, disponha de tecnologia, capital e importância no cenário mundial, há necessidade de soluções efetivas de logística que envolvam todos os atores públicos e privados. Nesse sentido, pesquisas oriundas de levantamentos, tais como as realizadas pelo NEPF/UFMA vão de encontro a essa demanda, haja vista que a busca de alternativas para redução das perdas durante a pós-colheita deve ter início na sua identificação e mensuração, levando a ações efetivas dos setores públicos e privados. Tais ações não podem ser pensadas de forma isolada, mas considerando todas as etapas após a colheita, até mesmo porque a comercialização de frutas e hortaliças ocorrem num ambiente comum a outros setores da economia brasileira.

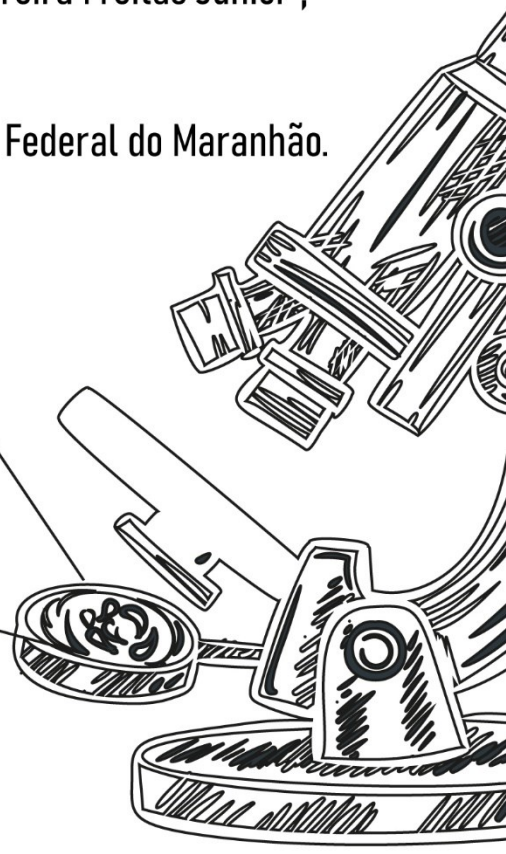
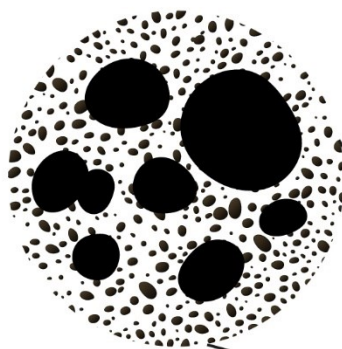


# CAPÍTULO 12

## IDENTIFICAÇÃO DE FITOPATÓGENOS EM TOMATE E PIMENTÃO, COMERCIALIZADOS EM DIFERENTES SEGMENTOS COMERCIAIS DE CHAPADINHA (MA)

Francisco Ivo dos Santos Aguiar<sup>1</sup>; Maria das Dores Cardozo Silva<sup>2</sup>; Izumy Pinheiro Doihara<sup>2</sup>;  
Clotilde de Moraes Costa Neta<sup>2</sup>; Francisco Gilvan Borges Ferreira Freitas Júnior<sup>2</sup>;  
Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; <sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão.



## **Introdução**

As causas de perdas após a colheita dos produtos vegetais são diversas, podendo estar relacionadas ao manejo da cultura no campo ou a práticas inadequadas de embalagem, armazenamento e transporte, bem como a patógenos que causam doenças após a colheita. Especificamente no caso de hortaliças-fruto, as perdas podem ocorrer ainda, em função de danos mecânicos, de distúrbios fisiológicos e/ou ocorrência de doenças. As consideráveis perdas pós-colheita hortaliças-fruto, em geral, conforme visto nos Capítulos 5 e 10, ocorrem através de danos causadas por patógenos fúngicos. Devido ao seu baixo pH, maior teor de umidade e composição de nutrientes são mais suscetíveis a ataques de fungos patogênicos, que além de causar injúrias e podridões, também podem torná-las impróprias para o consumo através da produção de microtoxinas.

Conforme abordado nos capítulos 5, 9 e 10, as injúrias fitopatológicas desempenham relevante papel dentre as causas primárias de perdas pós-colheita ocorrentes na comercialização de hortifrúteis no Maranhão. Durante o levantamento, os comerciantes apontaram que embora pimentão e tomate apresentem elevada demanda pelos consumidores, comumente, necessitam ser descartados por ocasião de desordens, como as contaminações microbiológicas. Essas duas espécies foram posicionadas como a segunda e quarta hortaliças mais acometidas por problemas fitopatológicos.

Diante disso, objetivou-se identificar os principais fitopatógenos causadores de doenças pós-colheita em tomate e pimentão, comercializados em diferentes segmentos comerciais de Chapadinha (MA).

## **Metodologia**

Para identificar as principais doenças ocorrentes em pimentão e tomate comercializados em Chapadinha (MA), coletaram-se entre os meses de janeiro e fevereiro de 2019, amostras em oito estabelecimentos comerciais, dos quais quatro eram sacolões e outros quatro supermercados. A amostragem foi realizada pelo aspecto localização e representatividade dos segmentos quanto ao volume ofertado, perdas relativas e periodicidade de atendimento.

Os frutos foram selecionados pela expressão de sintomas visíveis de contaminação fitopatológica e encaminhados ao Laboratório de Fitopatologia e Microbiologia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), onde foram avaliadas, individualmente, as lesões e identificado os agentes causais e as frequências das doenças. Para isso, realizou-se o plaqueamento de fragmentos de tecidos vegetais lesionados ou infectados, e o isolamento dos fitopatógenos em cultura pura, mantidas em estufa incubadora tipo BOD. Utilizaram-se dois processos de plaqueamento: direto e indireto. O plaqueamento direto foi realizado apenas para lesões que apresentaram desenvolvimento de estruturas fitopatogênicas, ao passo que o plaqueamento indireto foi adotado para as demais.

No plaqueamento indireto, os frutos de tomate e pimentão verde foram submetidos ao processo de desinfestação superficial com álcool (70%), solução de

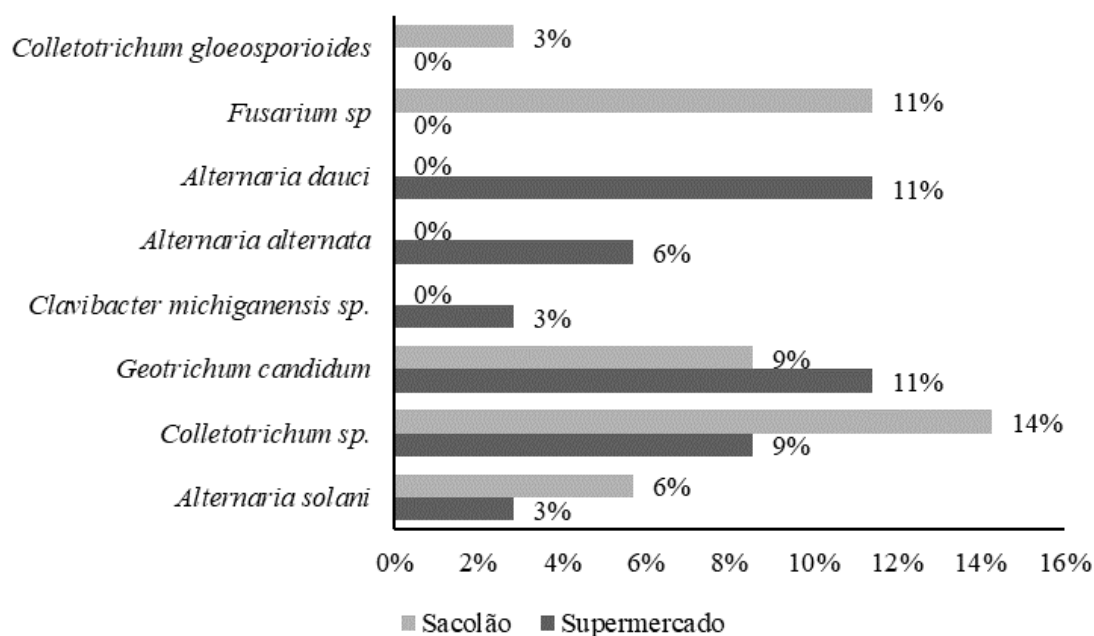
hipoclorito de sódio (2%) por um minuto e lavagem em água destilada esterilizada. Após o processo de desinfestação, os fragmentos foram plaqueados em meio BDA, acrescido de 0,01% de cloranfenicol. As placas foram incubadas BOD, por quatro dias, à temperatura de  $28 \pm 2$  °C. Posteriormente, procedeu-se com a identificação dos fungos e bactérias, através da observação morfológica das estruturas dos fitopatógenos em microscópio óptico.

A incidência e frequência dos agentes fitopatogênicos foram expressas pela porcentagem de cada espécie em amostras de tomate e pimentão verde, comercializados em diferentes segmentos. Os resultados foram analisados por estatística descritiva e apresentados em gráficos de barras, confeccionados com auxílio da planilha Excel® (MICROSOFT, 2016).

## Resultados e Discussão

### Tomate

A Figura 1 apresenta os percentuais de doenças ocorrentes em tomates comercializados em dois segmentos varejistas (sacolões e supermercados), cuja variação abrangeu 3 a 14%. As maiores incidências foram causadas pelas espécies de *Colletotrichum* sp. (14%), ao passo que as doenças causadas pelos fitopatógenos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Alternaria solani* e *Clavibacter michiganensis* (sp.) atingiram apenas 3%.



**Figura 1.** Incidência de doenças em tomates comercializados em dois segmentos comerciais de Chapadinha, Maranhão, Brasil.

Nos sacolões, a principal doença identificada foi a antracnose, que é causada pelo *Colletotrichum* sp. e representou 14% do material infectado. Seguido do *Fusarium* sp (11%), *Geotrichum candidum* (9%), *Alternaria solani* (6%) e a *Colletotrichum*

*gloeosporioides* (3%) (Figura 1). Esses resultados corroboraram com Reis et al. (2009) que relataram expressiva incidência e prejuízos econômicos ocasionados pelo *Colletotrichum* sp na fase pós-colheita do tomate. Os autores salientaram que essa espécie exibe elevada variabilidade inter e intraespecífica, amplo perfil patogênico e gama de hospedeiras, por isso, poucas cultivares são resistentes.

Segundo Töfoli et al. (2015), os sintomas da antracnose no tomate aparecem, inicialmente, com pequenas pontuações circulares ou ovaladas, deprimidas, bronzeadas ou escuras, úmidas e concêntricas, quase sempre recobertas por uma massa de conídios de coloração rósea ou alaranjada. Geralmente, são liberados conídios (esporos) dos acérvulos que são pequenos e pretos e são produzidos, geralmente, em lesões velhas, e em condições de umidade elevada.

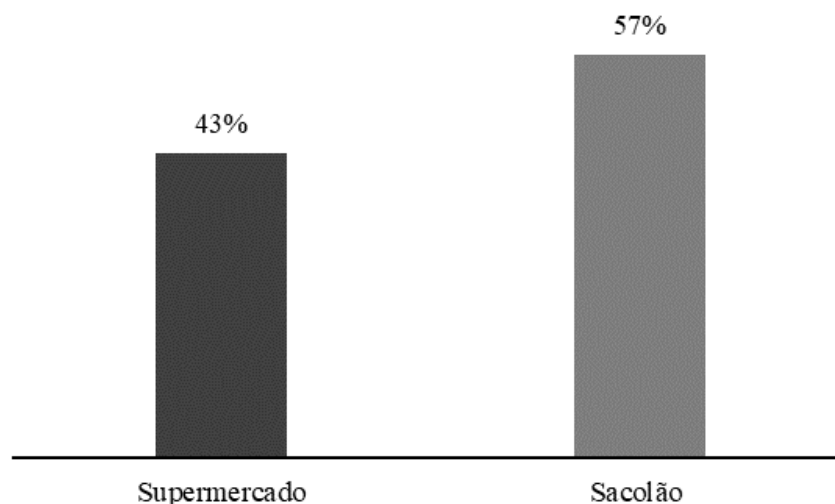
Esses sintomas se assemelham aos encontrados nas amostras coletadas em diferentes estabelecimentos comerciais de Chapadinha (MA) e também corroboram com Luengo et al. (2007), os quais enfatizaram a presença de contaminação especialmente em frutos maduros. Nesse aspecto, é provável que as desordens fisiológicas relatadas como principal fator causal de perdas relativas no tomate, (Capítulo 10), tenham contribuído no aumento de contaminações, demonstrando que embora as causas de perdas sejam didaticamente analisadas de forma isolada, apresentam elevada relação entre si.

Em supermercados, observou-se maior infestação de pinta preta causada por *Alternaria dauci* e podridão azeda causada por *Geotrichum candidum*, ambas com 11% do material infectado (Figura 1). De acordo com Agostinho et al. (2016), temperaturas de 15 a 25°C favorecem a contaminação por *Alternaria* sp. Além disso, alta umidade e temperaturas acima de 14°C promovem a esporulação. Segundo Pereira et al. (2013), as lesões são escuras, achatadas e com anéis concêntricos, que geralmente se localizam na região peduncular do fruto. Lopes e De Ávila (2005) salientaram que a pinta-preta pode ser mais severa durante o período chuvoso.

Em consonância a isso, as coletas do presente estudo ocorreram no início do período chuvoso, em janeiro de 2019, cujas condições médias eram de 27 °C e 77% de UR (INMET, 2019). Assim, é possível que isso tenha favorecido ao perfil de contaminação obtido nesta pesquisa. Somado a isso, é provável que a origem dos produtos e a infraestrutura dos estabelecimentos tenham ocasionado influência nos resultados, pois as incidências e perfis patogênicos diferiram por local de coleta. Portanto, o fato de os supermercados adotarem refrigeração (câmara fria) e climatização (ar condicionado) pode ter favorecido ao aumento da ocorrência de *Alternaria dauci* e *Geotrichum candidum* nas amostras, comparativamente aos sacolões que apresentam infraestrutura mais simples.

Os maiores danos foram encontrados nos sacolões, com 57% das doenças causadas por agentes fitopatológicos (Figura 2). Os supermercados obtiveram menor volume de infestações (43%), provavelmente, por consequência da melhor estruturação encontrada nesses segmentos, a exemplo da presença de câmara fria, gôndolas, uso de embalagens plásticas e ambientes climatizados. Em concordância com Lourenzani e Silva (2004), os quais explicaram que os supermercados têm sido cada vez mais

procurados pelos consumidores para compra de hortifrútiis, tornando o fluxo de prateleira mais eficiente e favorecendo a redução de perdas pós-colheita.



**Figura 2.** Porcentagem de perdas pós-colheita causada por fitopatógenos em tomates comercializados, em diferentes segmentos varejistas de Chapadinha (MA).

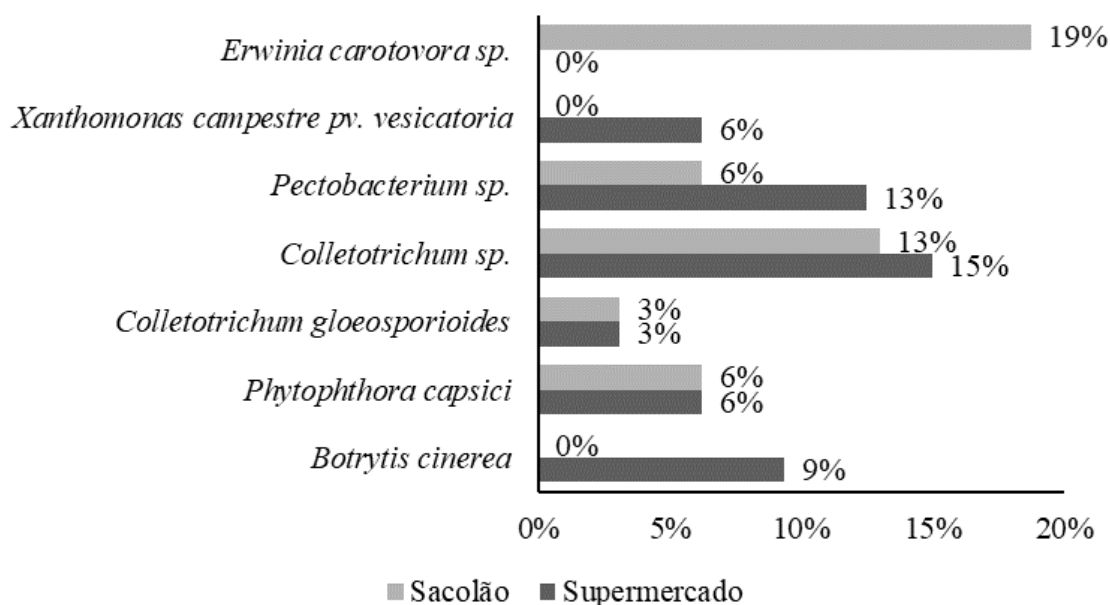
Nesse aspecto, os sacolões apresentaram maior volume de infestações, provavelmente, devido à limitada infraestrutura, o que pode favorecer ao aparecimento e proliferação de fitopatógenos. De acordo com Nascimento et al. (2019), a temperatura e a umidade afetam significativamente o tempo de vida dos frutos e, especialmente, a taxa de deterioração por microrganismos, associadas a desordens fisiológicas. Almeida et al. (2012) também relataram que as perdas fitopatológicas podem ser beneficiadas por danos mecânicos, os quais funcionam como “porta de entrada” contaminação. Portanto, é fundamentalmente importante que sejam adotadas boas práticas pós-colheita para redução de riscos primários e, consequentes perdas pós-colheita ocasionadas por esse fator.

Além das doenças fúngicas, foram identificadas doenças bacterianas, como o cranco bacteriano (*Clavibacter michiganensis*), que abrangeu 3% de perdas fitopatológicas nos supermercados (Figura 1). De acordo com Lopes (2017), o cancro bacteriano ocasiona manchas redondas de coloração marrom e com um halo branco pequeno, comumente conhecido como “olho de passarinho”. A disseminação desse patógeno, em curtas distâncias, ocorre através da ação das chuvas, água de irrigação e, principalmente, nos tratos culturais do tomateiro. À longa distância, essa bactéria é disseminada através de sementes contaminadas e caixas de colheita (LOPES; QUEZADO-SOARES, 1997).

Logo, entre os fatores que determinam o aparecimento desse agente causal na etapa de comercialização do fruto, é provável que as embalagens de acondicionamento tenham sido um dos principais veículos. O que demanda atenção a práticas preventivas, como a higienização de caixas e bancadas, eliminação de produtos doentes e inspeção dos produtos durante a recepção, principalmente, durante o período chuvoso.

## Pimentão

A Figura 3 revela os percentuais das doenças fitopatogênicas identificadas em dois segmentos varejistas (sacolões e supermercados), com uma variação de 0 a 19%.



**Figura 3.** Doenças identificadas em pimentões comercializados em dois segmentos comerciais de Chapadinha, Maranhão, Brasil.

Foram identificadas para os dois segmentos comerciais, as doenças pós-colheita ocasionadas por *Pectobacterium* sp., *Colletotrichum capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides* e *Phytophthora capsici* (Figura 3). Elas podem estar relacionadas à procedência longínqua e práticas pós-colheita equivocadas adotadas desde o escoamento até a comercialização dos hortifrúteis, de acordo com o que foi comentado, detalhadamente, nos Capítulos 8, 9 e 10 deste livro.

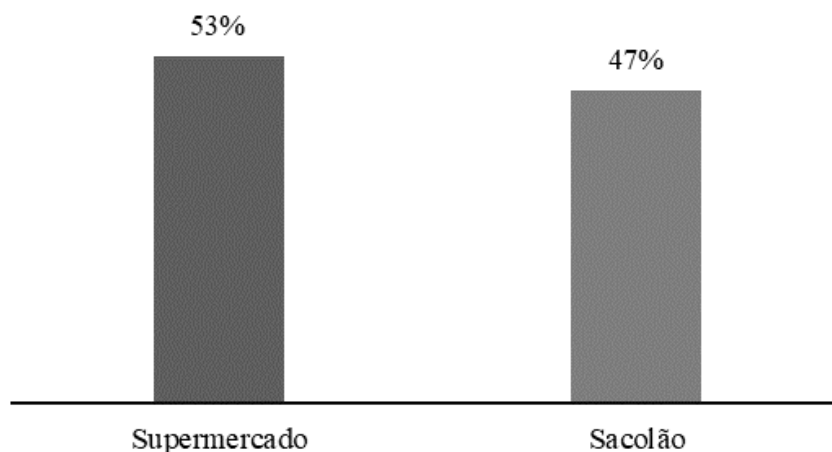
Nos sacolões, a podridão mole causada pela *Erwinia carotovora* sp., destacou-se em 19% do material coletado. Seguida pelo *Colletotrichum capsici* (9%), *Pectobacterium* sp (6%) e *Phytophthora capsici* (6%) (Figura 3). Segundo Silva et al. (2014), a podridão mole (*Erwinia carotovora*) é uma doença comum, no Brasil, em campo e na fase pós-colheita, sendo um fator limitante para o cultivo de olerícolas, como o pimentão. Geralmente causa depressões aquosas que se iniciam primeiro no pedúnculo e cálice e depois atingem os frutos por meio de feridas.

Conforme Viana et al. (2007), o controle do fitopatógeno *Erwinia carotovora* está limitado a medidas preventivas, como a erradicação de danos mecânicos e excesso de umidade. Por conseguinte, recomenda-se uma recepção seletiva dos produtos, focalizada em padrões de qualidade e sanidade, como forma de evitar prejuízos durante a sua comercialização.

Em relação aos supermercados, houve maior incidência do tipo de podridão mole ocasionada pela *Pectobacterium* sp. (13%). Ao passo que as doenças ocasionadas pelos agentes fitopatogênicos do gênero *Colletotrichum* foram estimadas em 18% do material coletado nesse segmento (Figura 3).

Segundo Lopes e Ávila (2005), o *Colletotrichum* transmite umas das principais doenças que acometem solanáceas, como o pimentão, e seus sintomas podem ocorrer desde o campo até a pós-colheita. Geralmente compreendem uma depressão circular de diâmetro variável e presença de uma massa alaranjada de esporos no centro da mesma, principalmente quando os frutos são expostos à alta temperatura. De acordo com Reis et al. (2009), as espécies de *Colletotrichum* apresentam intensa variabilidade inter e intraespecífica, amplo perfil patogênico e gama de hospedeiras, por isso, são relativamente poucas as culturas/cultivares resistentes a esse grupo de patógenos.

Os maiores danos foram encontrados nos supermercados, com 53% das doenças causados por agentes fitopatológicos (Figura 4). Os sacolões obtiveram menor volume de infestações (47%), embora a diferença percentual tenha sido pouca, esperava-se um resultado contrário, uma vez que a maioria dos supermercados seguem regras de aclimatação, armazenamento e sanidade. Uma explicação para isso pode estar atrelada à forma de transporte e manuseio dos pimentões destinados aos supermercados, pois segundo Almeida et al. (2012), as perdas fitopatológicas podem ser decorrentes do manuseio e acondicionamento inadequado durante a etapa de transporte, expondo os frutos a atritos e danos mecânicos que constituem “porta de entrada” para o ataque de patógenos.



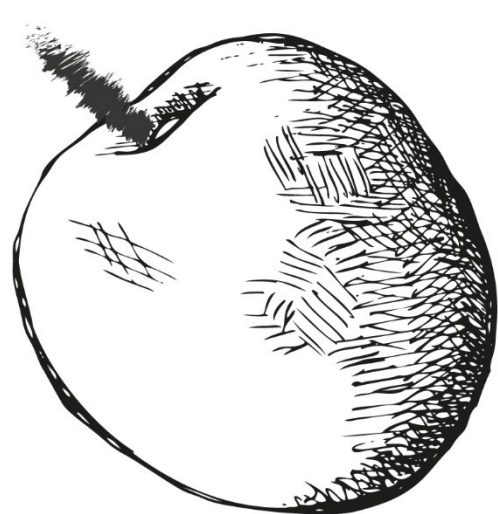
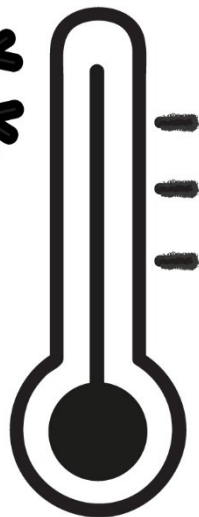
**Figura 4.** Porcentagem de perdas pós-colheita causadas por fitopatógenos em pimentões verdes comercializados, em diferentes segmentos varejistas de Chapadinha (MA).

### Considerações finais

As doenças identificadas em amostras de tomate e pimentão verde podem causar elevados prejuízos socioeconômicos e ambientais, assim é importante adotar medidas preventivas que promovam condições desejáveis de transporte, acondicionamento, armazenamento e comercialização.

Nesse sentido, é recomendada a recepção de produtos saudáveis, com bom padrão de qualidade inicial, higienização de bancadas e caixas de acondicionamento, eliminação

de produtos infectados, adequado gerenciamento do volume ofertado, manuseio cuidadoso, correta calibração de tecnologias de refrigeração, uso de atmosfera modificada passiva, dentre outras boas práticas pós-colheita que permitam a conservação da qualidade e aumento do tempo de vida útil.



# CAPÍTULO 13

## USO DE ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA NA CONSERVAÇÃO DE GOIABA 'PALUMA' E PIMENTÃO VERDE, COMERCIALIZADOS NA CEASA DE SÃO LUÍS (MA)

Francisco Gilvan Borges Ferreira Freitas Junior<sup>1</sup>; Francisco Ivo dos Santos Aguiar<sup>2</sup>;  
Augusto César Vieira Neves Junior<sup>3</sup>; José Ribamar Gusmão Araújo<sup>3</sup>;  
Karla Bianca da Costa Macedo<sup>1</sup>; Luma Guimarães Duarte<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal do Maranhão; <sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro;  
<sup>3</sup>Universidade Estadual do Maranhão.



## **Introdução**

As perdas pós-colheita ocasionam impactos negativos e relevantes, cujas principais causas são decorrentes de práticas equivocadas, adotadas durante o beneficiamento, distribuição e comercialização de hortifrúteis. Dentre os principais fatores primários, as desordens fisiológicas foram diagnosticadas como as mais alarmantes no presente estudo, seguidas pelas mecânicas e fitopatológicas.

Para reduzir essas interferências, entende-se que é necessária a adoção de tecnologias de armazenamento, que, hipoteticamente, permitiriam uma melhor conservação das características fisiológicas dos hortifrúteis, que em maior parte percorrem longas distâncias até a etapa de comercialização final, geralmente em condições insalubres de manejo.

Os revestimentos plásticos surgem como alternativas potenciais devido à sua eficiência bem comprovada em vários estudos com hortaliças-fruto, hortaliças folhosas, frutas climatéricas e frutas não-climatéricas. Nesse sentido, o Núcleo de Estudos e Pesquisas em Fitotecnia (NEPF), através de Aguiar et al. (2020) e Silva et al. (2019), com mamão ‘Havaí’ e tomate, comercializados na CEASA de São Luís (MA), evidenciaram que o uso de saco hermético apresentou boa eficiência na redução da perda da massa fresca e retardamento do amadurecimento dos frutos. Consistindo em soluções a serem recomendadas em associação com outras boas práticas pós-colheita, tendo em vista que, no levantamento realizado em 27 cidades maranhenses, mamão e tomate foram posicionadas como a segunda (17,30%) e quarta (14,50%) maiores perdas relativas no ranking geral.

Nesse sentido, com vista a analisar a eficiência de técnicas de armazenamento sobre a conservação de outros hortifrúteis perecíveis, que apresentam relevância em hábito de consumo e volume ofertado no Maranhão, conduziram-se experimentos com goiaba e pimentão, ranqueadas como a sétima (12,45%) e oitava (11,50%) maiores perdas relativas no levantamento discutido nos Capítulos 9 e 10 deste livro.

## **Metodologia**

### *Experimento com goiaba*

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia e Pós-colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Para isso, adquiriram-se goiabas ‘Paluma’, na Central de Abastecimento (CEASA) de São Luís (MA), em estádio de maturação ‘braeker’, em lote bem padronizado. Após coletadas, as frutas foram lavadas em água corrente e higienizadas com solução clorada de 150 mg L<sup>-1</sup> a 12°C, por um minuto.

Posteriormente à sanitização, os frutos foram secos à temperatura ambiente e acondicionados de forma aleatória nos respectivos tratamentos. Cada tratamento continha três amostras e, cada amostra, foi subdividida em duas parcelas, totalizando seis frutas por tratamento. O experimento foi conduzido em parcela subdividida no tempo,

com quatro revestimentos (saco hermético, revestimento comestível, revestimento comestível + saco hermético, sem revestimento), duas condições de armazenamento (ambiente, 25°C, 48% UR; e refrigerado, 12°C, 90% UR) e cinco épocas de avaliação (3, 6, 9, 12 e 15 dias).

O saco hermético (Wyda Zip) tinha 27 x 31 cm de dimensão, constituído de polietileno de alta densidade (PEAD). A solução filmogênica foi adaptada de acordo com a metodologia de Neves Junior (2013). Preparou-se 8l de solução de revestimento comestível à base de fécula de mandioca. Adicionou-se, primeiramente, a fécula de mandioca, colocando-se aproximadamente metade do volume final de água destilada. Aqueceu-se a 70 °C, através de banho-maria microprocessado, até formar uma liga. Posteriormente, diminuiu-se a fonte de calor e acrescentou-se glicerol e PEG 400. Com a outra metade do volume final de água, diluiu-se o permanganato de potássio antes de ser adicionado à solução filmogênica.

O revestimento comestível apresentou 3,5% de fécula de mandioca, 0,0135% de permanganato de potássio, 1% de glicerol e 5% de PEG 400 (em relação ao peso do polímero principal), como composição química. A fórmula original do revestimento previa uma concentração de 0,0135% de lactato de cálcio, contudo não foi utilizado a fim de reduzir custos.

A solução foi preparada no dia anterior à montagem do experimento e acondicionada em geladeira. No dia seguinte, foi colocada em baldes de 10 litros para imersão total dos frutos, por um minuto. Após esse tempo, todas as frutas que foram submetidas ao revestimento ficaram com aproximadamente 2,48 ml do produto, cujo cálculo para determinação da quantidade de revestimento, por fruta, foi feito pela seguinte fórmula:

$$RF = \frac{(VIS - VFS)}{n^{\circ} \text{ total de frutas revestidas}}$$

Em que:

RF → Revestimento por fruta (ml);

VIS → Volume Inicial da Solução (ml);

VFS → Volume Final da Solução (ml).

Após preparação da solução filmogênica, uma alíquota de 25 ml foi vertida em placa de petri de 138,42 x 138,36 mm. A placa foi mantida sobre bancada nivelada por 24 horas e, após esse período, foi analisada a formação ou não de filme.

A cada três dias, foram realizadas análises físicas e químicas em goiabas ‘Paluma’ submetidas a diferentes tratamentos. As análises físicas consistiram em massa de sementes (g), quantificada através de balança analítica; diâmetro longitudinal (mm), através de paquímetro digital; firmeza da polpa (kgf), por meio de penetrômetro analógico, modelo PTR-100, e medidas em dois pontos apostos no eixo equatorial da fruta; perda de massa fresca (%), por pesagem em balança semianalítica e estimada pela seguinte fórmula:

$$PM(\%) = \frac{(\text{Massa Inicial} - \text{Massa a cada intervalo de tempo})}{\text{Massa inicial}} \times 100$$

*\*fórmula de determinação de perda de massa a cada intervalo de análise.*

Em que:

PM → Perda de Massa (%).

As análises químicas consistiram em acidez total titulável (ATT) (% de ácido cítrico), realizada de acordo com a metodologia ISO (1998); sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), em suco homogeneizado, através de refratômetro digital, conforme metodologia ISO (2003).

Os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA), pelo teste F, e para os casos em que a hipótese de nulidade foi rejeitada procedeu-se com a comparação de médias pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Adicionalmente, foi aplicado teste multidimensional de componentes principais para avaliar os níveis de correlação entre as variáveis, massa de sementes, perda de massa fresca, ATT, SST e firmeza, as quais foram consideradas como as de maior importância para o monitoramento do amadurecimento da fruta.

#### *Experimento com pimentão*

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), *Campus* de São Luís (MA), no período julho a agosto de 2019. Os pimentões foram adquiridos na CEASA de São Luís (MA) e encaminhados ao laboratório, onde foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos. Em seguida, foram lavados com água potável e sanitizados com hipoclorito de sódio a 200 ppm, por 15 minutos, a 12°C. Após secagem à temperatura ambiente, os frutos foram separados aleatoriamente em 65 grupos de 2 unidades, e acondicionados em bandejas de isopor.

O delineamento foi o inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo, com três tratamentos (sem embalagem, filme plástico e saco hermético), quatro períodos de armazenamento (3, 6, 9 e 12 dias), quatro repetições e dois frutos por parcela (bandeja). O armazenamento foi realizado sobre bancada e em condições ambiente ( $T = \pm 25^\circ\text{C}$ ; UR = 48%).

A qualidade dos frutos foi avaliada através de caracterização física e química. A caracterização física contemplou a estimativa da perda de massa fresca, aferida, diariamente, com auxílio de balança semianalítica e estimada pela seguinte fórmula:

$$PM(\%) = \frac{(\text{Massa Inicial} - \text{Massa a cada intervalo de tempo})}{\text{Massa inicial}} \times 100$$

*\*fórmula de determinação de perda de massa a cada intervalo de análise.*

Em que:

PM → Perda de Massa (%).

A análise química foi realizada através de maceração de cada tratamento em intervalos de três dias e abrangeu a acidez total titulável (ATT), potencial hidrogeniônico (pH) e teor de sólidos solúveis totais (SST). A acidez total titulável (ATT) (% ácido cítrico) foi obtida por titulação em solução padrão de hidróxido de sódio (0,1N). O potencial hidrogeniônico (pH) foi quantificado pelo método potenciômetro em dispositivo de pH digital, através de calibrações em soluções tampão, a pH 4,0 e 7,0, conforme ISO (2003). O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado pela leitura do suco homogeneizado em refratômetro digital.

Os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA) pelo teste F a 5% de significância e, para os casos em que a hipótese de nulidade foi rejeitada, procedeu-se com a comparação de médias pelo teste Duncan.

## Resultados e Discussão

### Goiaba

As goiabas armazenadas em diferentes embalagens e sob diferentes temperaturas, ao longo de 15 dias, apresentaram interação tripla quanto à firmeza ( $p = 0,045$ ), acidez total titulável ( $p = 0,001$ ) e sólidos solúveis totais ( $p = 0,001$ ). A perda de massa fresca sofreu efeito significativo da interação dupla entre as embalagens e o tempo de avaliação ( $p = 0,001$ ), ao passo que o diâmetro transversal foi significativamente influenciado pelas embalagens e armazenamento ( $p = 0,03$ ).

Aos 15 dias de armazenamento, verificou-se oscilação de 1,58 a 35,63% na perda de massa fresca (Tabela 1). Apenas os resultados obtidos com o uso de saco hermético e saco hermético + revestimento comestível (fécula 3,5%), em condições ambiente e/ou refrigerada, estão dentro dos limites recomendados por Ribeiro et al. (2005) para goiaba, cuja faixa se estende até 15%.

**Tabela 1.** Perda de massa fresca (%) em goiaba ‘Paluma’ revestida com fécula de mandioca e embalagem plástica, armazenada em condições ambiente e refrigerada.

Embalagens	Armazenamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
		3	6	9	12	15
Controle	Ambiente	8,75Abe	12,60ABd	19,46ABc	25,50ABb	32,81Ab
F <sub>3,5%</sub>	Ambiente	9,97Abe	18,50Ad	25,60Ac	29,62Ab	35,63Aa
SH	Ambiente	1,20Ca	1,20Ca	2,96Ca	3,67Ca	4,16Ca
F <sub>3,5%</sub> +SH	Ambiente	0,81Ca	0,81Ca	0,81Ca	3,82Ca	3,93Ca
Controle	Refrigerado	3,94ABCcd	11,17Bc	13,32Bc	22,48Bb	27,66Ba
F <sub>3,5%</sub>	Refrigerado	8,96Ad	13,90Abc	15,59Bc	25,03ABb	28,54Ba
SH	Refrigerado	0,00Ca	0,00Ca	0,00Ca	1,58Ca	1,58Ca

F <sub>3,5%</sub> +SH	Refrigerado	2,04Ca	2,70Ca	2,69Ca	2,69Ca	4,08Ca
		P	CV (%)			
Embalagem		< 0,001**	20,00			
Armazenamento		0,058				
Embalagem x Armazenamento		0,39				
Tempo		< 0,001**				
Tempo x Embalagem		< 0,001**				
Tempo x Armazenamento		0,07				
Embalagens x Tempo x Armaz		0,41				

F<sub>3,5%</sub> = Fécula de Mandioca a 3,5%; SH: Saco Hermético; CV = Coeficiente de Variação; Armaz = Armazenamento; \*\*Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Entretanto, é importante ressaltar que a refrigeração propiciou um expressivo efeito positivo e complementar sobre a atmosfera modificada, principalmente do saco hermético. As médias obtidas para essas condições foram drasticamente superiores ao uso de fécula 3,5% isolado e ao controle. Com estimativas que apresentaram até 22,55 vezes (2.355%) de diferença proporcional entre o melhor (saco hermético com refrigeração) e o pior tratamento (fécula 3,5%, ambiente) para essa variável.

A fécula 3,5% não foi eficiente, quando utilizada isoladamente, pois a perda de massa foi de 35,63 e 28,54%, sob condições ambiente e refrigerada, respectivamente. As quais não diferiram estatisticamente do controle (Tabela 1). O que, possivelmente, deve-se a porosidade desse revestimento comestível. Isso corrobora com Oliveira et al. (2011), eles utilizaram revestimentos à base de gelatina e reportaram que esses permitiram a livre permeação de vapor d'água e trocas gasosas entre a fruta (tomate) e o ambiente. Nunes et al. (2004) ao testarem o revestimento à base de fécula de mandioca 3%, obtiveram perdas de massa superiores à testemunha (não embalada).

Em consonância a isso, a complementação do revestimento comestível com saco hermético pode ter aumentado a barreira artificial sobre a fruta e, conseqüentemente, reduzido a perda de água e atividade metabólica, o que culminou em redução na perda de massa fresca (Tabela 1). De acordo com Santos et al. (2008), a embalagem plástica pode atuar como uma barreira protetora mais eficaz na conservação da goiaba, embora possa ocasionar inconvenientes ambientais resultantes do descarte após o consumo.

A firmeza variou de 1,21 a 8,80 kgf (Tabela 2). Aos 15 dias de avaliação, verificaram-se maiores médias em frutas embaladas com saco hermético associado à fécula 3,5%, em condições ambiente e refrigerada, o que pode indicar maior retardamento no amadurecimento da goiaba. Esses resultados ajustam-se aos obtidos para perda de massa fresca e indicam que frutas com maior firmeza apresentam menor perda de massa (Tabela 1 e 2).

**Tabela 1.** Firmeza (kgf) de goiaba ‘Paluma’ revestida com fécula de mandioca e embalagem plástica, armazenada em condições ambiente e refrigerada.

Embalagens	Armazenamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
		3	6	9	12	15
Controle	Ambiente	4,71Ba	3,81Cab	1,80Dc	3,60Bb	3,03Bbc
F <sub>3,5%</sub>	Ambiente	4,91Ba	4,68BCa	2,96CDb	3,43Bab	3,60ABab
SH	Ambiente	3,96Ba	5,06BCa	3,51BCa	3,75Ba	4,76Aa
F <sub>3,5%</sub> +SH	Ambiente	4,61Ba	3,53Ca	4,16BCa	3,53Ba	4,71Aa
Controle	Refrigerado	8,80Aa	6,20ABb	4,20BCd	5,43Abc	3,31ABd
F <sub>3,5%</sub>	Refrigerado	7,71Aa	7,28Aa	6,20Aa	4,38ABb	4,33ABb
SH	Refrigerado	1,21Cc	5,25BCa	4,33BCab	3,45Bb	4,08ABab
F <sub>3,5%</sub> +SH	Refrigerado	4,78Ba	4,76BCa	4,96ABa	3,60Ba	4,05Aba
		<i>P</i>	<i>CV%</i>			
Embalagens		0,005*	2,25			
Armazenamento		<0,001**				
Embalagens x Armazenamento		<0,001**				
Tempo		<0,001**				
Tempo x embalagens		<0,001**				
Tempo x Armazenamento		0,014*				
Embalagens x Tempo x Armaz		0,045*				

F<sub>3,5%</sub> = Fécula de Mandioca a 3,5%; SH: Saco Hermético; CV = Coeficiente de Variação; Armaz = Armazenamento; \*Significativo a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Nesse aspecto, Grigio et al. (2011) ressaltaram que a goiaba apresenta em torno de 74% de água em sua composição química e, com isso, a perda de massa fresca pode induzir a redução de firmeza. Logo, há maior susceptibilidade a danos mecânicos, pela solubilização das pectinas presentes na parede celular. Os autores salientaram que o limite mínimo aceitável de firmeza para transporte e consumo é de 2,0 kgf. Assim, aos 15 dias de armazenamento, todos os tratamentos proporcionaram condições mínimas para o transporte e consumo da goiaba, todavia com drásticas variações nos resultados obtidos.

Onias et al. (2018) acrescentaram que a firmeza é um dos principais atributos de qualidade julgados pelo consumidor e, portanto, é extremamente importante na aceitação geral do produto. Em vista disso, entende-se que a utilização de saco hermético com revestimento comestível, em condição refrigerada ou não, pode ser uma importante alternativa para controle da qualidade da goiaba e sua conseguinte intenção de compra.

O diâmetro longitudinal variou entre 56,8 e 66,8 mm (Tabela 3). Segundo Silva et al. (2019), o diâmetro é uma característica física que sofre pouca influência do tempo de prateleira. Contudo, foi possível observar que houve uma significativa redução do diâmetro longitudinal médio, em frutos não embalados, notadamente em condições

ambiente. Ao passo que, a adoção de saco hermético em conjunto com a fécula de mandioca 3,5% apresentou a melhor média (Tabela 3).

**Tabela 2.** Diâmetro longitudinal (mm) de goiaba ‘Paluma’ revestida com fécula de mandioca e embalagem plástica, armazenada em condições ambiente e refrigerada.

Embalagens	Armazenamento		
	Ambiente	Refrigerado	Média
Controle	59,5Ba	56,8Ba	58,2C
F <sub>3,5%</sub>	59,6Bb	66,3Aa	63,3B
SH	61,2Ba	63,6Aa	63,2B
F <sub>3,5%</sub> +SH	66,8Aa	66,3Aa	66,6A
Média	61,2 <sup>a</sup>	63,2a	
	<i>P</i>	CV (%)	
Embalagens	< 0,001**	6,64	
Armazenamento	0,21		
Embalagens x Armaz	0,03*		
Tempo	0,23		
Tempo x Embalagens	0,49		
Tempo x Armaz	0,20		
Embalagens x Tempo x Armaz	0,40		

F<sub>3,5%</sub> = Fécula de Mandioca a 3,5%; SH: Saco Hermético; CV = Coeficiente de Variação; Armaz = Armazenamento; \*Significativo a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Em condições de refrigeração, apenas o controle diferiu significativamente e corrobora a importância dessa técnica para melhorias na conservação da goiaba, em vários atributos de qualidade (Tabela 3). Pois, é provável que a redução do diâmetro longitudinal esteja relacionada à perda de massa fresca e firmeza da fruta (Tabela 1, 2 e 3).

No que diz respeito às variáveis químicas, verificou-se que o teor de sólidos solúveis totais (SST) variou de 4,35 a 15,14 °Brix (Tabela 4). Aos 15 dias de armazenamento, o saco hermético em condições ambiente diferiu significativamente dos demais tratamentos, como a menor média.

**Tabela 3.** Sólidos Solúveis Totais (SST - °Brix) de goiaba ‘Paluma’ revestida com fécula de mandioca e embalagem plástica, armazenada em condições ambiente e refrigerada.

Embalagens	Armazenamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
		3	6	9	12	15
Controle	Ambiente	8,89Aba	9,17Aa	9,40Aa	9,92Ba	8,14Ca
F <sub>3,5%</sub>	Ambiente	9,20Aba	7,44BCab	8,49Aab	8,62BCab	7,20CDb
SH	Ambiente	8,74ABCa	5,65Cbc	6,46Cb	5,98DEbc	4,35Ec
F <sub>3,5%</sub> +SH	Ambiente	7,11Ca	7,48Ba	7,07BCa	4,46Eb	6,25Da
Controle	Refrigerado	9,72Ab	9,17ABb	9,79Ab	14,44Aa	15,14Aa
F <sub>3,5%</sub>	Refrigerado	6,26BCcD	8,85ABb	9,71Ab	8,70BCb	12,56Ba
SH	Refrigerado	7,45CBa	7,70Ba	7,41BCa	5,83DEa	7,68CDa
F <sub>3,5%</sub> +SH	Refrigerado	5,30Db	7,50Ba	8,20ABCa	6,96DCab	7,27CDa
		<i>P</i>	<i>CV%</i>			
Embalagens		<0,001**	2,83			
Armazenamento		<0,001**				
Embalagens x armazenamento		0,005*				
Tempo		0,19				
Tempo x Embalagens		<0,001**				
Tempo x Armazenamento		<0,001**				
Embalagens x Tempo x Armaz		<0,001**				

F<sub>3,5%</sub> = Fécula de Mandioca a 3,5%; SH: Saco Hermético; CV = Coeficiente de Variação; Armaz = Armazenamento; \*Significativo a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Isso sugere que esse tratamento diminuiu eficientemente o metabolismo da fruta, com retardamento na síntese de açúcares solúveis, que tem seu pico no ponto de amadurecimento, conforme ressaltado por Chitarra et al. (2005). Esses autores enfatizaram que estes açúcares são oriundos de processos biossintéticos ou da deterioração de polissacarídeos e são importantes indicadores de colheita e armazenamento.

A acidez total titulável variou entre 0,60 e 1,45% (Tabela 5). Segundo Oniais et al. (2018), o ácido orgânico predominante nas goiabas é o cítrico, o qual durante os processos metabólicos do amadurecimento é convertido em moléculas não ácidas, reduzindo a acidez da polpa. O que, geralmente, apresenta relação inversamente proporcional com os sólidos solúveis totais nas transições da maturação.

**Tabela 4.** Acidez Total Titulável (ATT) de goiaba ‘Paluma’ revestida com fécula de mandioca e embalagem plástica, armazenada em condições ambiente e refrigerada.

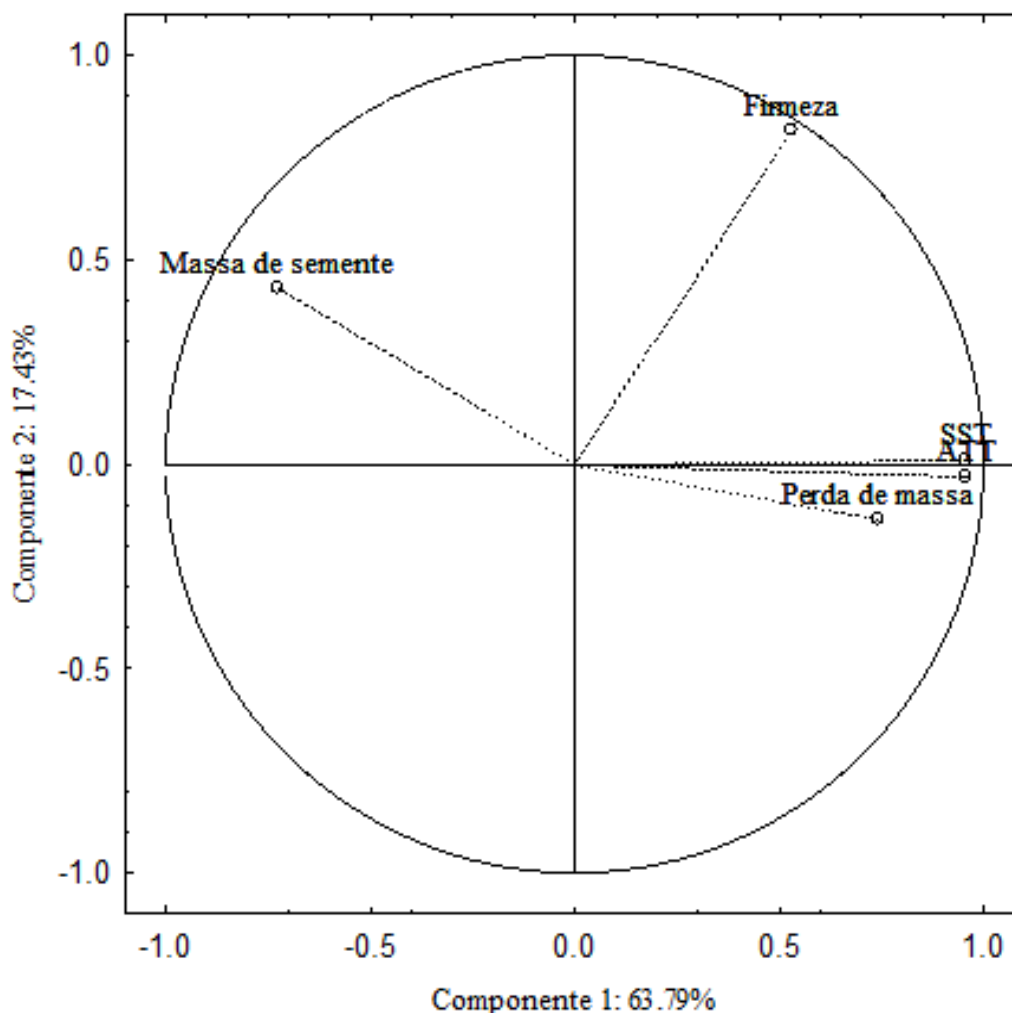
Embalagens	Armazenamento	Tempo de Armazenamento (dias)				
		3	6	9	12	15
Controle	Ambiente	0,88ABb	0,97Aab	1,10Aa	1,14Ba	1,05Ba
F <sub>3,5%</sub>	Ambiente	0,85Bc	0,99Aabc	0,90BCbc	1,06Bcab	1,10Ba
SH	Ambiente	0,80Ba	0,79Ba	0,80Ca	0,87Ca	0,67Da
F <sub>3,5%</sub> +SH	Ambiente	0,79Ba	0,88Aba	0,83Ca	0,67Db	0,77Ca
Controle	Refrigerado	0,92Ab	0,96ABb	0,96ABCb	1,45Aa	1,29Aa
F <sub>3,5%</sub>	Refrigerado	0,81Bc	0,88ABbc	1,01ABb	0,96Cbc	1,43Aa
SH	Refrigerado	0,82Aba	0,75Babc	0,81Cab	0,60Dc	0,88Ca
F <sub>3,5%</sub> +SH	Refrigerado	0,82Ba	0,76Ba	0,86BCa	0,89Ca	0,86Ca
		<i>P</i>	<i>CV%</i>			
Embalagens		<0,001**	11,29			
Armazenamento		0,007*				
Embalagens x Armazenamento		0,19				
Tempo		<0,001**				
Tempo x Embalagens		<0,001**				
Tempo x Armazenamento		0,002*				
Embalagens x Tempo x Armaz		<0,001**				

F<sub>3,5%</sub> = Fécula de Mandioca a 3,5%; SH: Saco Hermético; CV = Coeficiente de Variação; Armaz = Armazenamento; \*Significativo a 5% de probabilidade; \*\*Significativo a 1% de probabilidade. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Logo, entende-se que as técnicas de conservação menos eficientes devem, geralmente, apresentar menor teor de acidez total titulável e maior teor de SST. Contudo, no presente estudo, os tratamentos mais eficazes para conservação de atributos de qualidade da fruta, como a massa fresca, firmeza, diâmetro longitudinal e sólidos solúveis totais, apresentaram-se como os de menor ATT. Isso pode ser explicado com base em Berci et al. (2019) e Cerqueira et al. (2011).

Segundo esses autores, no início do amadurecimento da goiaba, há aumento no teor ácido ascórbico, o que propicia aumento expressivo da acidez até o ponto de consumo. Desse modo, as menores médias de ATT obtidas com o uso de saco hermético e fécula de mandioca 3,5% associada ao saco hermético (Tabela 5), em condições ambiente e/ou refrigeradas, embasam um retardamento no amadurecimento da goiaba até os 15 dias de avaliação. Outra hipótese diz respeito à perda de massa. Segundo Pinto et al. (2012), quando os frutos perdem massa e, conseqüentemente, água, tanto os açúcares quanto os ácidos não degradados ficam mais concentrados na polpa, resultando em eventos como o relatado no presente estudo.

A análise dos componentes principais da correlação entre as variáveis, massa de sementes, firmeza, perda de massa, ATT e SST estão apresentadas na Figura 1.



**Figura 2.** Análise da correlação entre massa de sementes, firmeza, perda de massa, ATT e SST de goiaba ‘Paluma’, em aspectos de componentes principais. ATT: acidez titulável total; SST: sólidos solúveis totais; e Autovalores acumulados: 81,22.

O componente 1 explicou 63,79% da variância total, e o componente 2, 17,43%. No eixo 1, observa-se que as variáveis SST, ATT e perda de massa, que são intrínsecas ao amadurecimento, atingiram valores maiores que 0,7, indicando uma forte correlação entre si. A firmeza, por sua vez, apresentou uma moderada correlação no eixo 1 (0,68), porém uma forte correlação, no eixo 2, com as variáveis citadas (SST, ATT e perda de massa). Segundo Grigio et al. (2011), as pectinas estão relacionadas à resistência dos tecidos que compõe o fruto. Em decorrência do amadurecimento, à medida que essas pectinas são solubilizadas, o fruto perde firmeza e massa fresca, potencializados pelas trocas gasosas.

A massa de semente atingiu valor abaixo de 0,5 no segundo eixo (Figura 1), o que indica fraca correlação com as demais variáveis. Segundo Jorge et al. (2018), a transferência de massa seca da planta para as sementes, finda no momento em que elas atingem a maturidade fisiológica. Porém em algumas espécies, essa maturidade pode ocorrer após a colheita com as sementes ainda no fruto.

Como observado na Figura 1, a massa de semente, possivelmente, atingiu seu ponto de maturação fisiológica antes da colheita, já que obteve uma forte correlação inversamente proporcional, no primeiro eixo, com as variáveis atribuídas ao amadurecimento após a colheita.

De modo geral, os melhores resultados para manutenção da qualidade e aumento do tempo de prateleira da goiaba ‘Paluma’ foram obtidos com a adoção de saco hermético e saco hermético + revestimento comestível (fécula 3,5%), em condições ambiente e/ou refrigerada. Considerados os aspectos de inserção dessas tecnologias em estabelecimentos comerciais maranhenses ou de condições de rentabilidade semelhantes, recomenda-se a refrigeração como facultativa, tendo em vista ser uma tecnologia com alto custo de implantação e manutenção.

Quanto aos tópicos ambientais, a adoção do revestimento comestível seria uma importante estratégia na redução de resíduos, principalmente após o consumo. Entretanto, a fécula 3,5% apresentou-se ineficiente na ausência da embalagem plástica (saco hermético), possivelmente, devido à porosidade. Assim, novos estudos com outra matéria-prima, concentrações e formulações podem apresentar alternativas mais eficazes nos contextos fisiológicos, financeiros e ambientais. Embora, compreenda-se que o fato de se reduzirem perdas pós-colheita já será um grande passo.

### *Pimentão*

Observou-se efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação tratamento-tempo para o pH e teor de sólidos solúveis totais, ao passo que a perda de massa sofreu efeitos individuais do tratamento e tempo, e a acidez titulável total apenas do tempo. Aos 12 dias de armazenamento, a perda de massa fresca variou de 4,07 a 15,93% (Tabela 6).

**Tabela 6.** Comparação de médias e resumo da ANOVA para perda de massa fresca (%) em pimentão armazenado sob diferentes tratamentos e tempo de prateleira.

Tratamento	Tempo				Média	Trat	Tempo	Trat*Tempo
	3	6	9	12				
Controle	8,90Ab	11,05Ab	11,88Ab	15,93Aa	11,94A	0,001**	0,001**	0,16 <sup>NS</sup>
FP	7,22Ac	8,89Abc	11,98Aab	14,48Aa	10,64A			
SH	1,39Ba	3,42Ba	4,07Ba	4,07Ba	3,24B			
Média	5,84c	7,78b	9,31b	11,49a		CV(%):	2,19	

Trat = Tratamento; FP = Filme Plástico; SH = Saco Hermético; <sup>NS</sup> = Não significativo; \* = Significativo a 5% de significância; \*\* = Significativo a 1% de significância; CV = Coeficiente de Variação; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

A perda de massa estimada com o uso de saco hermético em todos os dias, especialmente aos 12 dias de armazenamento (4,07%), corroborou com o limite aceitável de 5 a 10%, recomendado por Silva (2011) para produtos hortícolas. Enquanto para o filme plástico (14,48%) e controle (15,93%), os valores foram superiores a essa

faixa, o que segundo Sena et al. (2016), pode aumentar o enrugamento na epiderme do pimentão e torná-lo indesejável para compra/consumo, dependendo do nível de exigência dos consumidores. Em face disso, Guerra et al. (2017), Almeida et al. (2012) e Ribeiro et al. (2011) reportaram que a perda de massa e enrugamento consistiram nas principais desordens fisiológicas, que acarretaram perdas pós-colheita no pimentão comercializado na rede varejista de Santarém (PA), Areia (PB) e na Central de Abastecimento de Campina Grande (EMPASA – PB)

O saco hermético se comportou como uma tecnologia eficaz e apresentou 390% menos, perda de massa fresca que os demais tratamentos, aos 12 dias de armazenamento. De acordo com Sanches et al. (2015), o efeito positivo do saco hermético deve-se à manutenção da umidade relativa no interior da embalagem, o que impede um aumento no déficit de pressão de vapor e, conseqüentemente, diminuiu a perda de água por transpiração. Conforme Damatto Júnior et al. (2010), o uso de embalagens protetoras também pode reduzir a taxa de respiração e, quando esses dois fatores são controlados, há retardamento da senescência.

A acidez total titulável variou apenas em função do tempo, não sendo detectados efeitos significativos dos tratamentos sobre essa variável (Tabela 7).

**Tabela 7.** Comparação de médias e resumo da ANOVA para acidez titulável total (% de ácido cítrico) em pimentão armazenado sob diferentes tratamentos e tempo de prateleira.

Trat	Tempo				Média	Trat	Temp	Trat*temp
	3	6	9	12				
Controle	0,08Ab	0,08Ab	0,07Ab	0,12Aa	0,09	0,27 <sup>NS</sup>	0,0001*	0,10 <sup>NS</sup>
FP	0,07Ac	0,10Ab	0,08Abc	0,12Aa	0,09			
SH	0,08Ab	0,10Aab	0,09Aab	0,11Aa	0,09			
Média	0,08c	0,09b	0,08bc	0,12a		CV(%):	14,46	

Trat = Tratamento; FP = Filme Plástico; SH = Saco Hermético; <sup>NS</sup> = Não significativo; \* = Significativo a 5% de significância; \*\* = Significativo a 1% de significância; CV = Coeficiente de Variação; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Em todos os tratamentos e, aos 12 dias de armazenamento, evidenciou-se leve aumento na concentração de ácidos orgânicos, similarmente observado por Moreira et al. (2017), em estudo com filmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali’. Conforme reportado por Vilas Boas et al. (2012), a pequena variação e/ou ausentes efeitos dos tratamentos sobre a ATT podem estar relacionados ao baixo metabolismo respiratório pós-colheita do pimentão, que consiste num fruto com pouco acúmulo de reservas energéticas, como o amido. Por conseqüência, não há efeito expressivo sobre o acúmulo de ácidos orgânicos, diferentemente do que ocorre com o tomate, no qual Ferreira et al. (2010) observaram aumento gradativo de ATT ao longo de 15 dias de armazenamento.

De forma antagônica à ATT, o pH apresentou decréscimo ao longo do tempo de armazenamento, especialmente aos 12 dias (Tabela 8).

**Tabela 8.** Comparação de médias e resumo da ANOVA para o pH da polpa de pimentão armazenado sob diferentes tratamentos e tempo de prateleira.

Tratamento	Tempo				Média	Trat	Tempo	Trat*Tempo
	3	6	9	12				
Controle	6,16Ab	6,26Aab	6,49Aa	5,69Ac	6,15	0,33 <sup>NS</sup>	0,0001*	0,039*
PF	6,28Aa	6,10Aab	6,04Bab	5,89Ab	6,08			
SH	6,08Aa	6,06Aa	6,10Ba	5,83Aa	6,02			
Média	6,18a	6,14a	6,21a	5,80b		CV	3,17	

Trat = Tratamento; FP = Filme Plástico; SH = Saco Hermético; <sup>NS</sup> = Não significativo; \* = Significativo a 5% de significância; \*\* = Significativo a 1% de significância; CV = Coeficiente de Variação; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Esses resultados corroboraram com Almeida (2010), que observou relação inversa entre o acúmulo de ácido cítrico e o pH de pimentões revestidos com fécula de batata, durante 15 dias de armazenamento.

O pH estimado para todos os tratamentos foi inferior a 6,16 e enquadrou-se com a faixa de frutos não ácidos, citada na classificação estabelecida por Gould (1974). O autor explicou que o pH do pimentão atinge 6,52, no fruto verde imaturo, e, depois, tende a diminuir até 5,02, quando o fruto amadurece. Isso pode explicar a redução do pH em cada tempo de avaliação, principalmente aos 12 dias, quando, provavelmente, as frutas estariam amadurecidas ou próximas desse estágio de maturação.

O pH de referência para frutos maduros (5,02) pode não ter sido alcançado em decorrência do tempo de armazenamento e/ou pelo efeito tamponante do fluido celular (MOREIRA et al., 2017) que, possivelmente, não permitiram reduções mais drásticas no pH. Todavia, é importante ressaltar que em valores absolutos, as médias para saco hermético e filme plástico foram superiores ao controle e podem designar efeito positivo dessas embalagens sobre o retardamento do amadurecimento do pimentão.

O teor de sólidos solúveis oscilou em função dos tratamentos e tempo de armazenamento. Aos 12 dias, obteve-se variação de 2,92 a 3,35 °Brix, representados pelo uso de saco hermético e o controle (sem embalagem) (Tabela 9).

**Tabela 9.** Comparação de médias e resumo da ANOVA para o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de pimentão, analisado em diferentes tratamentos e tempos de armazenamento.

Trat	Tempo				Média	Trat	Tempo	Trat*Tempo
	3	6	9	12				
Controle	3,01Ab	3,29Ab	3,03Ab	4,08Aa	3,35A	0,005**	0,01*	0,0001**
FP	2,96Aa	3,08Aa	3,18Aa	2,94Ba	3,04B			
SH	2,96Aa	2,98Aa	2,91Aa	2,82Ba	2,92B			
Média	2,98b	3,12ab	3,04b	3,28a		CV (%)	6,84	

Trat = Tratamento; FP = Filme Plástico; SH = Saco Hermético; <sup>NS</sup> = Não significativo; \* = Significativo a 5% de significância; \*\* = Significativo a 1% de significância; CV = Coeficiente de Variação; Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e letras minúsculas iguais na linha, não diferiram estatisticamente entre si.

Esses resultados são similares aos de Chagas et al. (2018), que encontraram variação de 1,34 e 3,80 °Brix em pimentões verdes armazenados em câmara fria. Todavia foram inferiores aos obtidos por Shanches et al. (2015), cuja variação foi de 3,9 a 5,4 °Brix. O que pode estar relacionado às tecnologias de armazenamento utilizadas, tempo de armazenamento, variedade, qualidade inicial, dentre outros aspectos do fruto.

O saco hermético e filme plástico não diferiram estatisticamente aos 12 dias de armazenamento e, portanto, mostraram-se eficazes na estabilização dos sólidos solúveis totais do pimentão. Isso pode estar associado ao retardamento do amadurecimento do fruto, através da redução do metabolismo respiratório. Nesse sentido, Sanches et al. (2015) explicaram que, durante o amadurecimento, ocorrem reações bioquímicas que aumentam o teor de SST no pimentão, principalmente, quando não é conservado adequadamente. Portanto, com o uso dos revestimentos plásticos houve estabilização dos SST dentro de uma faixa recomendada para consumo, demonstrando a eficiência dos tratamentos estudados.

Também por ter havido mitigação dos efeitos de diluição dos açúcares, associados a menor perda de massa fresca (DAMATTO JÚNIOR et al., 2010). Ou seja, aumento da concentração de SST, relacionada a maior perda de água, que de acordo com os resultados obtidos neste estudo, foi 390% maior em frutos não embalados.

## Considerações finais

### *Goiaba*

O uso de atmosfera modificada passiva através de saco hermético e saco hermético em conjunto com revestimento comestível (fécula de mandioca 3,5%), sob condições ambiente (25°C, 48% UR) e/ou refrigerada (12°C, 90% UR), pode ser recomendado como uma eficiente alternativa para a conservação de importantes atributos de qualidade da goiaba ‘Paluma’, como a massa fresca, firmeza e sólidos

solúveis. O que pode reduzir perdas quantitativas e/ou qualitativas, com consequentes impactos positivos nos indicadores socioeconômicos e ambientais da atividade de comercialização de hortifrútiis.

### *Pimentão*

Recomenda-se o uso de saco hermético na conservação pós-colheita de pimentão verde, tendo em vista que essa tecnologia propicia manutenção das suas características tempo) físicas, (massa fresca) e químicas (acidez e sólidos solúveis), durante 12 dias de armazenamento em condições ambiente ( $T = \pm 25^{\circ}\text{C}$ ; UR = 48%).

## REFERÊNCIAS

- ABCSEM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **O armazenamento correto do hortifruti.** (2010) Disponível em: <<https://www.abcsem.com.br/noticias/1963/o-armazenamento-correto-do-hortifruti>>. Acesso em: 25 maio 2020.
- ABNT, NBR. 10.004/2004. **Resíduos Sólidos:** classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, Brasil. 2004. 77p.
- ABRAFRUTAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Estatísticas de exportações de frutas no primeiro semestre de 2019.** (2019). Disponível em: <<https://abrafrutas.org>>. Acesso em: 29 abr. 2020.
- ABRELPE, Associação. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2015. 92p.
- ABRELPE, Associação. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**, 2019. 68p.
- AGHDAM, M. S.; BODBODAK, S. Tratamento térmico pós-colheita para mitigação de lesões por resfriamento em frutas e legumes. **Revista Tecnologia de Alimentos e Bioprocessos**, v. 7, p. 37-53, 2014.
- AGOSTINHO, C.; DIOGO, E.; GODINHO, M. D. C.; PINTO, A. Rastreo de *Alternaria* spp. em sementes de brócolo. **Revista da Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém**, v. 2, p. 114-125, 2016.
- AGUIAR, F. I. S.; FREITAS JUNIOR, F. G. B. F.; COSTA NETA, C. M.; MACEDO, K. B. C.; ALMEIDA, E. I. B.; NEVES JUNIOR, A. C. V.; ARAUJO, J. R. G.; SILVA, L. R.; OLIVEIRA, L. B. T.; SHIGAKI, F. Use of Packaging for ‘Hawaii’ Papaya Conservation, Sold at CEASA of São Luís, Maranhão, Brazil. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, p. 384-396, 2020.
- AGUIAR, F. I. S.; SILVA, M. S.; MACEDO, K. B.C.; SILVA, M. D. C.; COSTA NETA, C. M.; ALMEIDA, E. I. B.; DOIHARA, I. P.; PIRES, I. C. G. Pós-colheita, patogenias e destinação final de perdas na comercialização de pimentão verde. **Research, Society and Development**, v. 9, p. e50996678, 2020.
- AGUIAR, F. I. S.; FREITAS JUNIOR, F. G. B. F.; SILVA, M. D. C.; COSTA NETA, C. M.; ALMEIDA, E. I. B.; NEVES JUNIOR, A. C. V. Eficiência de diferentes embalagens para conservação de mamão ‘Havaí’. In: SOUSA, W. S.; ALMEIDA, E. I. B.; MARQUES, J. I.; FERRÃO, G. E. (Org.). **Anais do I Workshop em**

**Engenharia Agrícola:** inovações tecnológicas no campo. 1. ed. Chapadina: EDUFMA, 2020, v. 1, p. 65-71.

ALCANTARA, J. S. **Educação profissional e qualificação do trabalhador: o caso do curso técnico em Telecomunicações do SENAI de Uberlândia.** 2005. 138f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais.

ALMEIDA, D. **Doenças causadas por bactérias.** (2004). Faculdade de Ciências, Universidade do Porto. Disponível em: <<http://dalmeida.com/poscolheita/fisiologia/bacterias.htm>>. Acesso em: 12 mai. 2020.

ALMEIDA, D. M. **Biofilme de blenda de fécula de batata e celulose bacteriana na conservação de fruta minimamente processada.** 2010. 284f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos Agroindustriais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ALMEIDA, E. I. B.; BARBOSA, J. A.; LUCENA, H. H.; RIBEIRO, W. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Análise das perdas de caule, folhas e frutos de hortaliças frescas comercializadas na rede varejista de Areia (PB). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, p. 81-91, 2012.

ALMEIDA, E. I. B.; RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C.; LUCENA, H. H.; BARBOSA, J. A. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Areia (PB). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, p. 53-60, 2012.

ALVES, F. R. R.; LUZ, M. P. Análise de composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados em dois shopping centers de Goiânia – GO. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 37. Anais. Joinville: ABREPO, 2017.

ALVES, S. A. F. F. **Palestra História da Agricultura.** (2009). FAIT. Itapeva-SP. Disponível em: <<http://www.fait.edu.br/principal/>>. Acesso em: 19 mai. 2020.

AMOR, A. L. M.; SILVA, R. M.; SILVA, A. A. M. R.; ARAÚJO, W. C.; OLIVEIRA, A. J.; ALMEIDA, J. S.; SILVA, A. S.; ROCHA, É. V. S.; REBOUÇAS, L. T.; SILVA, I. M. M. Perfil de manipuladores e consumidores de hortaliças provenientes de feiras livres e supermercados. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 36, p. 792-815, 2012.

AMORIM, D. J.; ALMEIDA, E. I. B.; FERRÃO, G. E.; PIRES, I. C. G. Análise da qualidade e do preço de hortaliças comercializadas no mercado varejista de Chapadina – MA. **Revista Agrotrópica**, v. 29, p. 151-156, 2017.

- ANDRADE, M. T. **Diversidade de isolados de *Alternaria* spp. associados ao gênero *Allium* no Brasil**. 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília, Brasília.
- ANDRIOLO, J. L. **Olericultura Geral**. 3. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2017, p. 96.
- ASMAR, S. A.; ABREU, C. M. P.; LIMA, R. A. Z.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Firmeza de mamão tratado com 1-MCP em diferentes tempos de exposição. **Revista Ciências e Agrotecnologia**, v. 34, p. 440-444, 2010.
- ASSIS, I. P. **Fungos em frutas *in natura* e industrializadas na microrregião Ilhéus-Itabuna**. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Food Technology**, v. 17, p. 87-97, 2014.
- ASSIS, O. B. G.; FORATO, L. A.; BRITO, D. Revestimentos comestíveis protetores em frutos minimamente processados. **Revista Higiene Alimentar**, v. 22, p. 99-106, 2008.
- AZEREDO, H. M. C. Películas comestíveis em frutas conservadas por métodos combinados: potencial da aplicação. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 21, p. 267-278, 2003.
- BAERT, K.; DEVLIEGHERE, F.; FLYPS, H.; OOSTERLINCK, M.; AHMED, M. M.; RAIJKOVIC, A.; VERLINDEN, B.; NICOLAI, B.; DEBEVERE, J.; MEULENAER, B. D. Influence of storage conditions of apples on growth and patulin production by *Penicillium expansum*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 119, p. 170-181. 2007.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2007, 312p.
- BARBOSA, J. A.; RIBEIRO, W. S.; ALMEIDA, E. I. B. **Levantamento das perdas pós-colheita de frutos, hortaliças e flores no estado da Paraíba**. 1. ed. Brasília: Editora Kiron, 2012, p. 298.
- BARRETO, C. F.; SILVA, PRICILA, S.; KIRINUS, M. B. M.; SCHIAVON, C. R.; MALGARIM, M. B. M.; FACHINELLO, J. C. Armazenamento refrigerado de pêssegos ‘Maciel’ de plantas conduzidas em diferentes porta-enxertos. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, v. 17, p. 254-261, 2016.
- BARROS, R. T. V. **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. 1. ed. Belo Horizonte: Tessitura, 2012, 424p.

- BATISTA, P. F.; SANTOS, A. E. O. S.; PIRES, M. M. M. L.; DANTAS, B. F.; PEIXOTO, A. R.; ARAGÃO, C. A. Utilização de filmes plásticos e comestíveis na conservação pós-colheita de melão amarelo. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 572-576, 2007.
- BELIK, W. Rumo a uma estratégia para a redução de perdas e desperdício de alimentos. In: Zaro, M. (Org.). **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. 1 ed. Caxias do Sul, RS: Educs, 2018. cap. 1, p. 9-20.
- BENATO, E. A.; CIA, P.; SOUZA, N. L. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão anual de patologia de plantas**, v. 9, p. 403-440, 2001.
- BERCI, G.; OLIVEIRA, S.; LIMA, A. P. C. MOREIRA, W. M. Q. Perdas pós-colheita na cultura da goiabeira. **Science and Technology Innovation in Agronomy**, v. 3, p. 134-151, 2019.
- BEVILACQUA, H. E. C. R. Classificação das hortaliças. In: **Curso Técnico de Agronegócios–Olericultura**, Ceará: EEEP, 2008. p. 3-13.
- BOSQUEIRO, R. Só 40% dos brasileiros consomem hortifrútis diariamente. **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, v. 175, p. 5, 2018.
- BRACKMANN, A.; WEBER, A.; PINTO, J. A. V.; NEUWALD, D. A.; STEFFENS, C. A. Manutenção da qualidade pós-colheita de maçãs ‘Royal Gala’ e ‘Galaxy’ sob armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2478-2484, 2008.
- BRACKMANN, A.; ANESE, R. O.; GIEHL, R. F. H.; WEBER, A.; EISERMANN, A. C.; SESTAR, I. Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe ‘Hy Mark’. **Revista Bragantia**, v. 70, p. 672-676, 2011.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 200, p. 319.
- BRASIL. **Constituição Federal: Artigo 225**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.
- \_\_\_\_\_. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: DOU, 2007.

- \_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305 de 2 agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: DOU, 2010.
- \_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: DOU, 1981.
- \_\_\_\_\_. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: DOU, 1998.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2015.** Brasília: MCIDADES.SNSA, 2015, p. 173.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017.** Brasília: SNS/MDR, 2017, p. 226.
- BUZBY, J. C.; HYMAN, J. Total and per capita value of food loss in the United States. **Journal Food Policy**, v. 37, p. 561-570, 2012.
- CÁBIA, N. C.; VIEITES, R. L. Alterações físicas do abacate Hass submetido à aplicação de 1-MCP. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, p.129-134, 2013.
- CAMPOS, K. C.; CARVALHO, F. M. A. Inovação e cooperação no arranjo produtivo local de fruticultura irrigada, estado do Ceará. **Revista econômica do Nordeste**, v. 43, p. 463-486, 2012.
- CANELLA, D. S.; LOUZADA, M. L. D. C.; CLARO, R. M.; COSTA, J. C.; BANDONI, D. H.; LEVY, R. B.; MARTINS, A. P. B. Consumo de hortaliças e sua relação com os alimentos ultraprocessados no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v. 52, p. 1-11, 2018.
- CAMARGO FILHO, W. D.; MAZZEI, A. R. Mercado de verduras: planejamento e estratégia na comercialização. **Revista de Informações Econômicas**, v. 31, p. 45-54, 2001.
- CARMO, S. A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo ‘Zarco HS’.** 2004. 127f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- CARRER, M. J.; ALVES, A. F. Estudo das perdas na comercialização de uvas finas de mesa com semente nas principais cidades do interior do Paraná - Londrina,

Maringá, Cascavel e Foz do Iguaçu. **Revista de Informações Econômicas**, v. 41, p. 53-63, 2011.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia dos alimentos**. Recife: EDUFRRPE, 2010, p.84.

CARVALHO, J. B. **Desenvolvimento e validação de QPCR para detecção de pectobactérias e *Ralstonia solanacearum* em tubérculos de batata**. 2009. 183f. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CARVALHO, J. L.; MACHADO, W. R. B.; BISPO, L. P.; LIMA JUNIOR, P. C. R. Perdas na comercialização de Frutas, Legumes e Verduras: os casos da banana e da cebola no Mercado Produtor de Juazeiro (BA). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 5. Anais. Ponta Grossa - PR: UTFPR, 2015.

CASSETARI, L. S.; GOMES, M. S.; SANTOS, D. C.; SANTIAGO, W. D.; ANDRADE, J.; GUIMARAES, A. C.; SOUZA, J. A.; CARDOSO, M. G.; MALUF, W.R.; GOMES, L. A.  $\beta$ -Carotene and chlorophyll levels in cultivars and breeding lines of lettuce. **Acta Horticulturae**, v. 1083, p. 469-474, 2015.

CAVICCHIOLI, B.; SILVA, R. C. Direto do Campo - Técnicas modernas de pós-colheita podem garantir o frescor do produto da roça ao consumidor. **Hortifruti Brasil**, p. 6-11, 2006.

CEAGESP – COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Cartilha Técnica: A medida das frutas**. São Paulo: Centro de Qualidade, Pesquisa e Desenvolvimento, 2017, 16 p.

CECCATO, C; BASSO, C. Avaliação das perdas de frutas, legumes e verduras em supermercado de Santa Maria (RS). **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 12, p. 127-137, 2016.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Anuário Hortifruti Brasil: Top 10 do consumo de HF**. **Hortifruti Brasil**, n. 176, 2018, 34 p.

\_\_\_\_\_. **Preços agropecuários de hortifruti** (2019). Disponível em: ><https://www.hfbrasil.org.br/br/estatistica/cenoura.aspx>>. Acesso em 20 abr. 2020.

CERQUEIRA-PEREIRA, E. C. **Caracterização e comparação de sistemas de embalagem e transporte de mamão 'Solo' destinado ao mercado nacional**. 2009. 114f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- CERQUEIRA, T. S.; JACOMINO, A. P.; SASAKI, F. F.; ALLEONI, A. C. C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, v. 70, p. 216-221, 2011.
- CHAGAS, T. L. K.; BARBOSA, C. A. C.; SORIANI, R.; SANTOS, E. D.; LEITE, C. A. P. Conservação de frutos de pimentão em pós-colheita submetidos a duas condições de armazenamento: temperatura ambiente e refrigeração. **Revista Terra & Cultura**, v. 34, p. 117-127, 2018.
- CHAPADINHA. **Relatório do Plano Municipal de Saneamento Básico de Chapadinha – PMSB**. Chapadinha: Prefeitura Municipal de Chapadinha, 2014, 180 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005, p. 785.
- CIA, P.; BENATO, E. A.; PASCHOLATI, S. F.; GARCIA, E. O. Quitosana no controle pós-colheita da podridão mole em caqui rama forte. **Bragantia**, v. 69, p. 745-752, 2010.
- CLAUS, A.; NAVROSKI, D.; DELAI, T. L.; BOTTCHEER, A.; SATO, A. J. Desenvolvimento de repolho cultivado em diferentes coberturas de solos. In: **SEAGRO-AGRONOMIA**. 10. Anais. Cascavel: FAG, 2016.
- CLEONICE, C.; RUDOLFO, B. R.; FERNANDO, F. C. **Anuário Brasileiro de Hortaliças**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazetta Santa Cruz, 2016. 64 p.
- CNA - CONFEDERAÇÃO DE AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **As exportações de frutas do Brasil**. (2017). Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- COSTA, A. S.; RIBEIRO, L. R.; KOBLITZ, M. G. B. Uso de atmosfera controlada e modificada em frutos climatéricos e não-climatéricos. **Sitientibus série Ciências Biológicas**, v. 11, p. 1-7, 2011.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; BURNQUIST, H. L. Impactos socioeconômicos de reduções nas perdas pós-colheita de produtos agrícolas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 53, p. 395-408, 2015.
- COSTA, L. G. E. B.; ALCÂNTARA, R. L. C. Barreiras não-tarifárias, arranjos distributivos e características dos mercados: uma análise da exportação de manga brasileira *in natura*. **Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 8, p. 1-21, 2008.
- COSTA NETA, C. M.; MARTINS, A. K. V.; AMORIM, D. J.; SILVA, M. S.; FERREIRA, L. S.; SILVA, M. D. C.; PIRES, I. C. G.; ALMEIDA, E. I. B. Perdas

- pós-colheita e destinação final de frutas em segmentos comerciais de Teresina (PI). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, p. 440-453, 2020.
- CRUZ, S. S.; MORAIS, A. B. F.; RIBEIRO, S. B.; OLIVEIRA, M. G.; COSTA, M. S.; FEITOSA, C. T. L. Resíduos de frutas na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, p. 2909-2931, 2013.
- DAMATTO JÚNIOR, E. R.; GOTO, R.; RODRIGUES D. S.; VICENTINI, N. M.; CAMPOS, A. J. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 17, p. 23-30, 2010.
- DAMBRÓS, D. **Caracterização epidemiológica e manejo da podridão pós-colheita por *Aspergillus* em uva de mesa**. 2015. 49f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P. S.; HARE, M. C. Fungal disease suppression by inorganic salts: a review. **Crop protection**, v. 29, p. 1059-1075, 2010.
- DIAS, M. A. **Logística, transporte e infraestrutura: armazenagem, operador logístico, gestão via TI, multimodal**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012, p. 360.
- DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, realógicas e enzimáticas da manga “Tommy Atkins” durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa em números**. Secretaria Geral, Gerência de Comunicação e Informação. (2019). 140 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/1600893/Embrapa+em+N%C3%BAmeros/7624614b-ff8c-40c0-a87f-c9f00cd0a832>>. Acesso em: 15 mai. 2020.
- ESPINOSA, D. C. R.; SILVAS, F. P. C. Resíduos sólidos: abordagem e tratamento. In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. 2. ed. Barueri: Manole, 2014, p. 195-255.
- EVANS, A.; BANKS, K.; JENNINGS, R.; NEHME, E.; NEMEC, C.; SHARMA, S.; HUSSAINI, A.; YAROCH, A. Increasing access to healthful foods: a qualitative study with residents of low-income communities. **International Journal of Nutrition Comportamental e Atividade Física**, v. 12, p. 1-12, 2015.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, p. 93-102.

- FACHINELLO, J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011.
- FAKHOURI, C. F. M.; FONTES, L. C.; B.; GONÇALVES, P. V. M.; MILANEZ, C. R.; STEEL, C. J.; QUEIROZ, F. P. C. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p. 369-375, 2007.
- FALCÃO, H. A. S.; FONSECA, A. O.; OLIVEIRA FILHO, J. G.; PIRES, M. C.; PEIXOTO, J. R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 1-7, 2017.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Dados de produção de cultivos – FAOSTAT**. (2018). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 19 mai. 2020.
- \_\_\_\_\_. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. **Food astage footprint - Impacts on natural resources - Final report**. (2014). Disponível em: < <http://www.fao.org/3/ai3991e.pdf> />. Acesso em: 13 de abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Pegada de desperdício de alimentos. Impactos nos recursos naturais**. (2013). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf> >. Acesso em: 18 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Perdas globais de alimentos e desperdício de alimentos: Extensão, causas e prevenção**. (2011a). <<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Perspectivas de crescimento para produção global e comércio de frutas tropicais**. (2019). Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/>>. Acesso em: 29 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Promessas e desafios do setor informal de alimentos nos países em desenvolvimento**. (2011b). Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a1124e/a1124e00.htm>>. Acesso em 24 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Relatório: O Estado da Segurança Alimentar e Nutrição no Mundo**. (2018). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/>. Acesso em: 19 abr. 2020.
- FERRÃO, G. E.; SILVA, L. R.; SOUSA, R. M.; PIRES, I. C. G.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUZA, J. N. C. Comercialização da banana no município de Chapadinha (MA). In: FARIAS, M. F.; FURTADO, M. B.; PARRA-SERRANO, L. J.; FREITAS, J. R. B. (Org.). **Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense**: Livro

comemorativo dos 10 anos do Curso de Agronomia CCAA/UFMA. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 225-231.

FERREIRA, A. G. C.; FERREIRA, L. S.; FREITAS JUNIOR, F. G. B. F.; SANTOS, M. P.; SILVA, M, S.; AGUIAR, F. I. S.; COSTA, T. V.; ALMEIDA, E. I. B.; SOUSA, W. S.; FREITAS, J. B. Postharvest losses of fruits and vegetables marketed in seven municipalities of the east mesorregion, Maranhão, Brazil. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, p. 335-351, 2020.

FERREIRA, L. S. **Perdas pós-colheita de hortifrútiis, em sete municípios maranhenses, inseridos em diferentes microrregiões**. 2019. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha.

FERREIRA, M. D. Beneficiamento de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M. D. (Org.). **Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008, p. 47-59.

FERREIRA, S. M. R.; QUADROS, D. A.; KARKLE, E. N. L.; LIMA, J. J.; TULLIO, L. T.; FREITAS, R. J. S. Qualidade pós-colheita do tomate de mesa convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 858-864, 2010.

FERREIRA, T. C. **Fatores que afetam o consumo do *Solanum lycopersicum* L. (tomate): um estudo comparativo entre consumidores do nordeste e sudeste do Brasil**. 2019. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba.

FERREIRA, V.; IMBIRUSSÚ, E.; GONÇALVES, M. F. A fruticultura irrigada e o meio ambiente: o desafio da sustentabilidade para o Sertão do São Francisco-BA. **Revista Ambientale**, v. 2, p. 12-28, 2014.

FESSEL, S. A.; SADER, R.; PAULA, R. C.; GALLI, J. A. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, p. 70-76, 2003.

FIGUEIRINHA, K. T. **Levantamento de perdas pós-colheita de hortifrútiis em cinco municípios maranhenses, inseridos em diferentes microrregiões**. 2019. 41 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha (Maranhão).

FISCHER, H. I.; ARRUDA, M. C.; ALMEIDA, A. M.; MONTES, S. M. N. M. Doenças e características físico-químicas pós-colheita em pêssego ‘Régis’ produzido em Presidente Prudente-SP. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 627-632, 2010.

- FOSCACHES, C. A. L.; SPROESSER, R. L.; QUEVEDO-SILVA, F.; LIMA FILHO, D. O. Logística de Frutas, Legumes e Verduras (FLV): um estudo sobre embalagem, armazenamento e transporte em pequenas cidades brasileiras. **Revista de Informações Econômicas**, v. 42, p. 37-46, 2012.
- FRANCO, N. **Quase 30 projetos sobre combate ao desperdício de alimentos tramitam na Câmara.** (2017). Agência Brasil. Disponível em: <<https://bit.ly/3eF6xvi>>. Acesso em: 17 mai. de 2020.
- FREITAS JÚNIOR, F. G. B. F.; SANTOS, M. P.; MOURA, M. S.; DUARTE, L. G.; MACEDO, K. B. C.; SILVA, M. S.; ALMEIDA, E. I. B; NEVES JÚNIOR, A. C. V.; ARAÚJO, J. R. G. Uso de embalagem plástica e comestível para conservação de goiaba sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, 2020.
- GALEANO, E. A. V.; SILVA, A. E. S.; SOUZA, R. C. Índice regional de crédito rural nos municípios do Espírito Santo. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, p. 50-70, 2017.
- GALEANO, E. A. V.; SOUZA, R. C.; SILVA, B. F. P.; VENTURA, J. A. Diagnosis of the change in spatial configuration of fruticulture in the State of Espírito Santo, Brazil, in the years 2011 and 2016. **Geografares**, v. 29, p. 5-27, 2019.
- GODOY, A. E.; JACOMINO, A. P.; CERQUEIRA-PEREIRA, E. C.; GUTIERREZ, A. S. D.; VIEIRA, C. E. M.; FORATO, L. A. Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 682-691, 2010.
- GOULD, W. A. **Tomato production, processing and quality evaluation.** 1 ed. Westport: The AVI, 1974. 445p.
- GRIGIO, M. L.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; NASCIMENTO, C. R.; CHAGAS, E. A.; VIEITES, R. L. Efeito da modificação atmosférica em goiabas var. Paluma na redução de danos mecânicos em pós colheita. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 5, p. 57-65, 2011.
- GUERRA, A. M. N. M.; COSTA, A. C. M.; FERREIRA, J. B. A.; TAVARES, P. R. F.; VIEIRA, T. S.; MEDEIROS, A. C. Avaliação das principais causas de perdas pós-colheita de hortaliças comercializadas em Santarém, Pará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, p. 34-40, 2017.
- GUERRA, M. N. M.; FERREIRA, J. B. A.; COSTA, A. C. M.; TAVARES, P. R. F.; MARACAJÁ, P. B. Perdas pós-colheita em tomate, pimentão e cebola no mercado varejista de Santarém – PA. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, p. 08-17, 2014.

- GUSTAVSSON, J.; CEDERBERG, C.; SONESSON, U.; OTTERDIJK, R.; MEYBECK, A. **Global food losses and food waste: extent, causes and prevention**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011, p. 1-38.
- HASSAN, M. K.; CHOWDHURY, B. L. D.; AKHTER, N. Post Harvest Loss Assessment: A Study to Formulate Policy for Loss Reduction of Fruits and Vegetables and Socioeconomic Uplift of the Stakeholders. **Final Report (PR 8/08)**, v. 16, p. 1-188, 2010.
- HENZ, G. P. Postharvest losses of perisshables in Brazil: what do we know so far?. (REVISTA/JORNAL?) **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 6-13, 2017.
- HLPE. **Food losses and waste in the context of sustainable food systems: A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security**. Rome: FAO, 116p. 2014.
- HOEK, A. C.; PEARSON, D.; JAMES, S.W.; LAWRENCE, M. A.; FRIEL, S. Healthy and environmentally sustainable food choices: Consumer responses to point-of-purchase actions. **Food quality and preference**, v. 58, p. 94-106, 2017.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas da População**. (2019) Disponível em: ><https://cidades.ibge.gov.br/><>. Acesso em: 21 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6953#resultado>>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. **Pesquisa de orçamentos familiares (POA 2017-2018): aquisição familiar domiciliar per capita**. (2018). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/>>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios (PNAD)**. (2010). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- \_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Amostras de Domicílios (PNAD)**. (2018). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home>>. Acesso em: 17 mai. 2020.
- \_\_\_\_\_. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de Recuperação Automática**. (2017). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 28 abr. 2020.
- IMESC – INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS. **Regiões de desenvolvimento do estado do Maranhão**

**proposta avançada.** (2018). 85p. Disponível em: <<https://bit.ly/2ZIVBwd>>. Acesso em: 11 mai. 2020.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Previsão do tempo.** (2019). Disponível em: <<https://bit.ly/3dAHrfG>>. Acesso em: 17 nov. 2020.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Synthesis report.** In: Contribution to Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2014, 151 p.

ISO 2173: **Fruit and vegetable products:** Determination of soluble solids, Refractometric method. Geneva: International Organization for Standardization, 2003. 6 p.

ISO 750: **Fruit and vegetable products:** Determination of titratable acidity. Geneva: International Organization for Standardization, 1998. 11p.

JORGE, E. V. C.; DAVID, A. M. S. S.; FIGUEIREDO, J. C.; BERNARDINO, D. L. M. P.; SILVA, R. A. N.; ALVES, R. A. Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 61, p. 1-7, 2018.

KADER, A. A.; YAHIA, E. M. Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. In: YAHIA, E. M. (Ed.). **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits.** Woodhead Publishing, p. 79-111, 2011.

KARLOVA, R.; CHAPMAN, N.; DAVID, K.; ANGENENT, G. C.; SEYMOUR, G. B.; MAAGD, R. A. Transcriptional control of fleshy fruit development and ripening. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, p. 4527-4541, 2014.

KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro de Horti&Fruti 2019.** Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96 p.

KITINOJA, L.; KADER, A. A. Measuring postharvest losses of fresh fruits and vegetables in developing countries. **The Postharvest Education Foundation.** (PEF White Paper 15-02). 2015. 26 p.

KRUPPA, P. C.; FABRI, E. G.; RUSSOMANNO, O. M. R.; COUTINHO, I. N. Ocorrência de *Phomopsis* sp. em sementes de urucum. **Revista O Biológico**, v. 73, p. 55-57, 2012.

LANA, M. M.; BARROS, D.; MOITA, A.W.; NASCIMENTO, E. F.; SOUZA, G. S. VILELA, N. J. **Níveis de perdas pós-colheita de cenoura, tomate e pimentão em supermercados da rede varejista do Distrito Federal.** Embrapa Hortaliças: Relatório de Pesquisa, 2000, p. 21.

- LANDIM, A. P. M.; BERNARDO, C. O.; MARTINS, I. B. A.; FRANCISCO, M. R.; SANTOS, M. B.; MELO, N. R. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 26, p. 82-92, 2016.
- LEBERSORGER, S.; SCHNEIDER, F. Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. **Waste Manage**, v. 34, p. 1911-1919. 2014.
- LEITE, G. A.; MEDEIROS, E. V.; MENDONÇA, V.; MORAES, P. L. D.; LIMA, L. M.; XAVIER, I. F. Qualidade pós-colheita da banana ‘Pacovan’ comercializada em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 322-327, 2010.
- LIMA, J. A. D. **Métodos Para Conservação De Frutas E Hortaliças**. 2016. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.
- LIPINSKI, B.; HANSON, C.; LOMAX, J.; KITINOJA, L.; WAITE, R.; SEARCHINGER, T. **Reducing food loss and waste**. In: Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute. Washington, DC, 2013, p. 230.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Embrapa Hortaliças - Livro técnico (INFOTECA-E), 2005, p. 151.
- \_\_\_\_\_. **Cancro bacteriano o tomateiro**. Embrapa Hortaliças-Documents (INFOTECA-E), 2019, p. 48.
- \_\_\_\_\_. et al. **Doenças bacterianas das hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, CNPH.1997. p. 71.
- LOURENZANI, A. E. B. S.; SILVA, A. D. Um estudo da competitividade dos diferentes canais de distribuição de hortaliças. **Gestão e Produção**, v. 11, p. 385-398, 2004.
- LUENGO, R.; HENZ, G. P.; MORETTI, C. L.; CALBO, A. G. **Pós-colheita de hortaliças**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2007, p. 100.
- LUVIELMO, M. M; LAMAS, S. V. Revestimento comestíveis e frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, p. 8-15, 2012.
- MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. São Paulo: Cengage Learning, 2005, p. 65.
- MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Plano nacional de desenvolvimento da fruticultura**. (2018). Brasília: MAPA. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 28 abr. 2020.

- MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; GOMES, A. M. A. Controle biológico de doenças radiculares. **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**, v. 5, p. 303-310, 2005.
- MARQUES, P. C. M. N.; SOUZA, R. C. F. D. **Caracterização de perdas na comercialização de frutas tropicais**. 2019. 52f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.
- MARTINS FILHO, J. B.; CUNHA, A. J. S.; PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. E. **Compostagem de resíduos orgânicos nos planos estaduais de resíduos sólidos**. In: NUNES, I. L. S.; PESSOA, L. A.; EL-DEIR, S. G. (Org). **Resíduos sólidos: os desafios da gestão** 1. ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 41-52. 2019.
- \_\_\_\_\_ et al. Resíduos orgânicos agropecuários e biodigestores: análise sobre a produção bibliográfica do período de 2000-2017. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, p. 281-293, 2018a.
- \_\_\_\_\_ et al. Análise swot da associação dos catadores de materiais recicláveis de Chapadinha-MA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, p. 134-157, 2018b.
- MASSOLA JUNIOR, R. N, S.; KRUGNER, T. L. Fungos fitopatogênicos. In: AMORIM, L.; RESENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda, 2011. p. 148-206.
- MEDEIROS, R. M.; NUNES, J. C.; HOLANDA, R. M.; FRANÇA, M. V. Aptidões climáticas: caju, palma forrageira e milho no município de São Bento do Una-PE, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, p. 310-318, 2018.
- MELO, E. L.; LOPES, J. S.; DEODORO, R. N.; MARAUYAMA, U.; GUIMARÃES, A. A. O desafio do planejamento de demanda no setor hortifrutigranjeiro: um estudo de caso da Empresa Nova Casbri. In: **SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 10. Anais. Resende: AEDB, 2013.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia. 13. Produtiva de Hortaliças/ MAPA. Brasília, 2007, p 11.
- MENDES, M. S.; CHAVES, F. M. S.; NASCIMENTO, S. S.; PIRES, I. C. G.; ALMEIDA, E. I. B. SOUSA, A. N. S.; FERRÃO, G. E. Postharvest losses of guava in the retail trade at Chapadinha (MA). **Scientific Eletronic Archives**, v. 12, p. 57-61, 2019.

- MICROSOFT. **Project for Windows 2016**. Versão 32/64. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2016. 1 software.
- MINTER. **Portaria N° 56, de 01 de março de 1979**. Estabelece as normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de recursos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção. Brasília: DOU, 1979.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Gestão de resíduos orgânicos**. (2017). Disponível em: <<https://bit.ly/2YHU5VL>> Acesso em: 14 mai. 2020.
- MOREIRA, E. G. S.; SANCHES1, A. G.; SILVA, M. B.; MACEDO, J.; COSTA1, S. S. C.; CORDEIRO, C. A. M. Utilização de filme comestível na conservação pós-colheita do pimentão ‘Magali’. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, p. 120-126, 2017.
- NASCIMENTO, S. S.; MENDES, M. S.; SOUSA, A. N. S.; ALMEIDA, E. I. B.; PIRES, I. C. G. Panorama da comercialização e perdas pós-colheita no setor varejista de frutas frescas, em Chapadinha (MA). **Agrotropica**, v. 31, p. 159-168, 2019.
- \_\_\_\_\_ et al. Levantamento de perdas pós-colheita de frutas tropicais em Chapadinha (MA). In: FARIAS, M. F. et al. (Org.). Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense. 1 ed. São 492 Luís: EDUFMA, 2016, p. 216 – 224, 2019.
- NERY-SILVA, F. A.; MACHADO, J. C.; LIMA, L. C. O.; RESENDE, M. L. V. Controle químico da podridão peduncular de mamão causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 519-524, 2001.
- NEVES JUNIOR, A. C. V.; CONEGLIAN, R. C. C.; SOARES, A. G.; FREITAS, D. G. C.; FONSECA, M. J. O.; BARBOZA, H. T. G. Evaluation of refrigerated storage of 'Mikado' fresh persimmon using edible coatings. **Acta Horticulture**, v. 1012, p. 1517–1522, 2013.
- NEVES, L. C. **Manual pós-colheita da fruticultura brasileira**. 1. ed. Londrina: EDUEL, 2016, p. 518.
- NEVES, R. A.; MARTINS FILHO, J. B.; FERRÃO, G. E.; PIRES, I. C. G. Diagnóstico do resíduo de poda: estudo de caso do campus de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão. In: AGUIAR, A. C.; SILVA, K. A.; EL-DIER, S.G. (Org). **Resíduos sólidos: impactos ambientais e inovações tecnológicas**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2020. p. 516-523. 2019.
- NUNES, E. E.; BOAS, B. M. V.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, L. C. O. Vida útil de pêssegos ‘Aurora’ armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 438-440, 2004.

- OBANDO-FLOR, E. P.; CICERO, S. M.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSK, F. C. Avaliação de danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, p. 68-76, 2004.
- OLIVEIRA, A. F. C.; NOGUEIRA, M. S. Obesidade como fator de risco para a hipertensão entre profissionais de enfermagem de uma instituição filantrópica. **Revista da Escola de Enfermagem**, v. 44, p. 388-394, 2010.
- OLIVEIRA, G. H. H.; CORRÊA, P. C.; FINGER, F. L.; FREITAS, R. F.; VASCONCELLOS, D. S. L. Color and other quality aspects of tomato fruits subjected to a short period of induced compression. In: **INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS ON SCIENCE AND HORTICULTURE FOR PEOPLE**. 28. Anais. Lisboa: ISHS Acta Horticulture 934, p. 1205-1211, 2010.
- OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; SILVA-MATOS, R. R. S. Phenological characterization of pear trees (*Pyrus communis* L.) 'Princesinha' under semiarid conditions in the northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, p. e-598, 2017.
- OLIVEIRA, J. R. **Comparação dos processos de pré-resfriamento e armazenagem para a manutenção da qualidade da maçã Fuji**. 2017. 285f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- OLIVEIRA, S. M. A.; LINS, S. R. O.; SANTOS, A. M. G. **Avanços tecnológicos na patologia pós-colheita**. Recife: EDUFRPE, 2012, p. 572.
- \_\_\_\_\_. (eds.). **Patologia pós-colheita: Frutas, olerícolas e ornamentais tropicais**. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2006. p. 19-44.
- OLIVEIRA, T. A. S.; BLUM, L. E. B.; DUARTE, E. A. A.; TAVARES, G. M.; LUZ, E. D. M. N. Fatores epidemiológicos de *Phytophthora palmivora* afetando a severidade da podridão-dos-frutos do mamoeiro na pós-colheita. **Summa Phytopathologica**, v. 40, p. 256-263, 2014.
- OLIVEIRA, T. A.; LEITE, R. H. L.; AROUCHA, E. M. M.; FERREIRA, R. M. A. Efeito do revestimento de tomate com biofilme na aparência e perda de massa durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 230-234, 2011.
- ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E. M. M.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H. C.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, p. 849-860, 2018.

- ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Consumo e produção responsável**: Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. (2015). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods12/>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. P. Q. Preservação de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 35, p. 213-221, 2012.
- PALIYATH, G.; MURR, D. P.; HANDA, A. K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruit, vegetables, and flowers**. 1. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2008, p. 497.
- PARISI, M. C. M.; HENRIQUE, C. M.; PRATI, P. Perdas pós-colheita: um gargalo na produção de alimentos. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, p. 1–5, 2012.
- PEREIRA, O. L.; SOARES, D. J. Fungos fitopatogênicos. In: ZANBOLIM, L.; JESUS JÚNIOR, W. C.; PEREIRA, O. L. **O essencial da fitopatologia**: Agentes causais. Viçosa: UFV, 2012. p. 223-307.
- PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; GUIMARÃES, J. A. **Manejo de Doenças Fúngicas no Sistema de Produção Integrada do Pimentão (PIP)**. Circular Técnica 147. Brasília: Embrapa. 2016. p.12.
- PEREIRA, R.; PINHEIRO, J.; CARVALHO, A. D. F. **Diagnose e controle alternativo de doenças em tomate, pimentão, cucurbitácease cenoura**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2013, p.16.
- PINHEIRO, J. C. V.; AMARAL, C. R.; CARVALHO, R. M. Análise da viabilidade socioambiental da fruticultura irrigada no Baixo Jaguaribe, Ceará. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 4, p. 3-17, 2010.
- PINTO FILHO, J. L. O.; GONÇALVES, G. L.; LUNES, A. R. S. Caracterização socioeconômica e ambiental da população das comunidades rurais da Chapada do Apodi/RN. **Revista Geosul**, v. 34, p. 687-712, 2019.
- PINTO, J. A. V.; BRACKMANN, A.; SCHORR, M. R. W.; VENTURINI, T. L.; THEWES, F. R. Indução de perda de massa na qualidade pós-colheita de pêssegos 'Eragil' em armazenamento refrigerado. **Revista Ciência Rural**, v. 42, p. 962-968, 2012.
- PIRES, I. C. G.; FERRÃO, G. E. Compostagem no Brasil sob a perspectiva da legislação ambiental. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 9, p. 1-18. 2017.
- QUEIROS, P. F. **Uso de embalagens plásticas na conservação, pós colheita e qualidade de goiabas “Pedro Sato”**. 2017. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

- RAUT, R. D.; GARDAS, B. B.; KHARAT, M.; NARKHEDE, B. Modeling the drivers of post-harvest losses MCDM approach. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 154, p. 426-433, 2018.
- RAWAT, S. Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. **Pelagia Research Library**, v. 5, p. 47-56, 2015.
- REIS, A., BOITEUX, L. S., HENZ, G. P. **Antracnose em hortaliças da família solanacea**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2009, p.9.
- REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. 1-12, 2019.
- RHODEN, S. A.; LUCAS, A. P. C.; EVANGELISTA, C. L.; LIMA, F. S.; DEPRÁ, I. C.; NASCIMENTO, R. A.; PAMPHILE, J. A. Aspectos físicos, químicos e genéticos na interação patógeno planta hospedeira. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v. 14, p. 34-41, 2019.
- RIBEIRO, H. F. **Uso de imagens digitais na diagnose do teor de nitrogênio foliar em plantas de alface**. 2016. 62f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi.
- RIBEIRO, I. J. A. Doenças da mangueira (*Mangifera indica*) In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4ª ed. São Paulo: Agronômica Séries, v. 2, 2005. p. 475-488.
- RIBEIRO, J. A.; SEIFERT, M.; CANTILLANO, R. F. F.; NORA, L. Efeito de coberturas comestíveis, aplicadas em maçãs ‘fuji’ minimamente processadas, na qualidade da fruta durante o armazenamento refrigerado. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, v. 14, p. 1406-1422, 2017.
- RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C.; SOUZA, S. O.; ARAÚJO, J. L. P. Perdas pós-colheita em uva de mesa registradas em casas de embalagem e em mercado distribuidor. **Revista Caatinga**, v. 27, p. 67-74, 2014.
- RIBEIRO, V. G.; ASSIS, J. G. SILVA, J. J.; SIQUEIRA, P. P. X.; VILARONGA, C. C. P. Armazenamento de goiabas ‘Paluma’ sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 203-206, 2005.
- RIBEIRO, W. S.; ALMEIDA, E. I. B.; COSTA, L. C.; CARNEIRO, G. G; BARBOSA, J. A. Perdas pós-colheita de pimentão (*Capsicum annuum*) no mercado atacadista da EMPASA-CG. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 5, p. 53-56, 2011.
- RINALDI, M. M. **Perdas pós-colheita devem ser consideradas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011, p. 15-17.

- ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2009, p. 256.
- RUIZ-GARCIA, L.; LUNADEI, L. The role of RFID in agriculture: applications, limitations and challenges. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 79, p. 42-50, 2011.
- RUSSO, C. V.; VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R. Conservação refrigerada de abacate 'Hass' e 'Fuerte' submetidos a atmosferas modificadas ativas. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, p. 264- 269, 2013.
- SALTVEIT, M. E. Respiration metabolism. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 2016. p. 68-75.
- SANCHES, A. G.; SILVA, M. B; MOREIRA, E. G. S.; CORDEIRO, C. A. M. Relação entre a embalagem e a temperatura de armazenamento na conservação do pimentão vermelho cv. Rubi. **Acta Iguazu**, v. 4, p. 1-12, 2015.
- SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, p. 530.
- SANHUEZA, R. M. V. Podridão de maçãs frigorificadas. In: GIRARDI, C. L. **Maçã: pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004, p. 35-44.
- SANTOS, C. A. A.; CASTRO, J. V; PICOLI, A. A.; ROLIM, G. S. Uso de quitosana e embalagem plástica na conservação pós-colheita de pêssegos' Douradão'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 88-93, 2008.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- SANTOS, J. C. M.; PERFEITO, D. G. A.; SILVA, A. R.; BORGES, L. C. R. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento na vida útil de alface crespa (*Lactuca sativa* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 18, p. 2542-2555, 2018.
- SANTOS, K.; VIEIRA, W. **Destino final: o lixo**. Comunicado especial: Abastecer Brasil, Associação Brasileira das Centrais de Abastecimento, n. 5, p. 8-12, 2011.
- SANTOS, L. A. L. **Bactérias epifíticas como agentes de biocontrole da antracnose do mamoeiro na pós-colheita**. 2018. 87f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

- SANTOS, L. C. A.; LEAL, A. C. Gerenciamento de recursos hídricos no estado do Maranhão - Brasil. **Revista Eletrônica de Geografia**, v. 5, p. 39-65, 2013.
- SCHNEIDER, F. The evolution of food donation with respect to waste prevention. **Waste Manage**, v. 33, p. 755-763, 2013.
- SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Boletim de Inteligência**. Serviços e turismo: cenários e projeções estratégicas. (2018). 30 p. Disponível em: <<https://bit.ly/31qUJZA>>. Acesso em: 23 abr. 2020.
- SEBRAE - SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Boletim de inteligência**. Mercado de fruticultura: Panorama do setor no Brasil. (2015). Disponível em: <<https://bit.ly/3dK5ZD0>>. Acesso: 5 mai. 2020.
- SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **O mercado de hortaliças no Brasil**. Notícias públicas. (2015). Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-dehortalicas-no-brasil,92e8634e2ca62410VgnVCM100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 9 mai. 2020.
- SEMARN – SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS. **Plano Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos**. São Luís: Governo do Maranhão. 2012. 644p.
- SENA, E. O. A.; COUTO, H. G. S. A.; PAIXÃO, A. R. C.; SILVEIRA, M. P. C.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; CARNELOSSI, M. A. G. Utilização de biofilme comestível na conservação pós-colheita de pimentão verde (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Plena**, v. 12, p. 1-9, 2016.
- SILVA, B. K. O.; ROCHA, N. D.; PIMENTEL, T. C.; KLOSOSKI, S. J. Películas de amido de mandioca na conservação pós-colheita de morango, maracujá e pimenta doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, p. 283-291, 2016.
- SILVA, C. S.; PEROSA, J. M. Y.; RUA, P. S.; ABREU, C. L. M.; PÂNTANO, S. C.; VIEIRA, C. R. Y. I.; BRIZOLA, R. M. O. Avaliação econômica das perdas de banana no mercado varejista: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, p. 229-234, 2003.
- SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008, p. 560.
- SILVA, J. R. F. **Importância da formação de biofilmes nas infecções associadas a biomateriais**. 2015. 32f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Fernando Pessoa - Faculdade Ciências da Saúde, Porto.

- SILVA, L. R. **Perdas pós-colheita de frutas na microrregião de Chapadinha, Maranhão–Brasil**. 2017. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha.
- \_\_\_\_\_ et al. Estimativa e causas de perdas pós-colheita de frutas frescas na Microrregião de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v. 12, p. 288-299, 2018.
- SILVA, L. T. **Revestimentos comestíveis à base de purê de manga e alginato de sódio para retenção de compostos voláteis em mangas minimamente processadas**. 2011. 141p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.
- SILVA, M. D. C.; COSTA NETA, C. M.; FREITAS, F. G. B. F.; AGUIAR, F. I. S.; NEVES JUNIOR, A. C. C. V.; ALMEIDA, E. I. B. Atmosfera modificada em tomate, através de embalagens de baixo custo. In: Sousa, W. S.; Almeida, E. I. B.; Marques, J. I; Ferrão, G. E. (Org.). **Anais do I Workshop em Engenharia Agrícola: inovações tecnológicas no campo**. 1. ed. Chapadinha: EDUFMA, 2020, v. 1, p. 28-32.
- SILVA, M. N.; BEZERRA, A. T. D. S.; BEZERRA, D. S.; PEREIRA, L.; ELOÍ, C. M. A.; SANTOS, A. L. S. A seca no Maranhão no período de 2010 a 2016 e seus impactos. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, p. 119-138, 2017.
- SILVA, M. S.; CARVALHO, F. C. Q.; SILVA, J. R.; LINS, S. R. O.; OLIVEIRA, S. M. A. Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, p. 718-725, 2014.
- SILVA, S. C. **Levantamento sobre tipos de perdas em frutas, legumes e hortaliças em feiras-livres no município de Londrina (PR)**. 2018. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.
- SILVA, V. P.; PAZ, M. A.; SOUSA, K. S. M.; ABREU, A. K. F. Qualidade pós-colheita de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr.) embalados com filme de PVC. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, p. e7714, 2019.
- SMMA- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE PINHEIRO-MA. **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS) do município de Pinheiro/MA**. Pinheiro: Prefeitura municipal de Pinheiro, 2013. 215 p.
- SOARES, A. G.; JÚNIOR, M. F. Perdas de frutas e hortaliças relacionadas às etapas de colheita, transporte e armazenamento. In: Zaro, M. (Org.). **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. 1 ed. Caxias do Sul, RS: EducS, 2018, cap. 2, p. 20-37.

- SOUSA, A. N. S.; ALMEIDA, E. I. B.; NASCIMENTO, S. S.; MENDES, M. S.; SOUSA, W. S.; MELO, P. A. F. R. Perdas pós-colheita de hortaliças no mercado varejista de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Revista Agrotrópica**, v. 30, p. 127-134, 2018.
- SOUSA, L. C. F. S.; SOUSA, J. S.; BERGE, M. G. B.; MACHADO, A. V.; SILVA, M. J. S.; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, p. 19-27, 2012.
- SPAGNOL, W. A.; SILVEIRA JUNIOR, V.; PEREIRA, E.; GUIMARÃES FILHO, N. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica, **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1-10, 2018.
- SUÁREZ-QUIROZ, M. L.; NASCIMENTO, S. R. C.; CRUZ, B. L. S.; SILVA, F. H. A.; SENHOR, R. F. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de Papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Post-cosecha**, v. 14, p. 115-124, 2013.
- TASSOU, S. A.; LEWISA, J. S.; GEA, Y. T.; HADAWWEYA, A.; CHAERB, I. A review of emerging technologies for food refrigeration applications, **Applied Thermal Engineering**, v. 30, p. 263-276, 2010.
- TISI, Y. S. A. B. **Waste-To-Energy**: Recuperação energética como forma ambientalmente adequada de destinação dos resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro: Synergia, 2019, p. 240.
- TOFANELLI, M. B. D.; FERNANDES, M. S.; MARTINS FILHO, O. B.; CARRIJO, N. S. Avaliação das perdas de frutas e hortaliças no mercado varejista de Mineiros – GO: um estudo de caso. **Scientia Agrária**, v. 10, p. 331-336, 2009.
- \_\_\_\_\_ et al. Levantamento de perdas em hortaliças frescas na rede varejista de Mineiros. **Revista Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 116-120, 2009.
- TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J.; FERRARI, J. T. *Alternaria* spp. em Oleráceas: Sintomas, Etiologia, Manejo e Fungicidas. **Revista O Biológico**, v. 77, p. 21-34, 2015.
- \_\_\_\_\_ et al. Solanáceas, Antracnose em; Etiologia, Características e Controle. **Revista O Biológico**, v. 77, p. 73-79, 2015.
- TOMM, T. F. R.; ALMEIDA, E. I. B.; FIGUEIRINHA, K. T.; FERREIRA, L. S.; AMORIM, D. J.; GONDIM, M. M. S. Procedência e perdas pós-colheita de hortaliças na microrregião de Chapadinha, Maranhão, Brasil. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 12, p. 200-212, 2018.

- \_\_\_\_\_ et al. Cenário da comercialização e estimativa de perdas pós-colheita de frutas temperadas em Chapadinha (MA). In: FARIAS, M. F.; FURTADO, M. B.; PARRA-SERRANO, L. J.; FREITAS, J. R. B. (Org.). **Tópicos em produção agrícola no Leste Maranhense**: livro comemorativo dos 10 anos do Curso de Agronomia CCAA/UFMA. 1. ed. São Luís: EDUFMA, 2016, p. 230-238.
- TORRES, O. Fruticultura no Noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 11, p. 93-119, 2014.
- UDAYANGA, D.; XING-ZHONG, L.; MCKENZIE, E. H. C.; CHUKEATIROTE, E.; BAHKALI, A. H. A.; HYDE, K. D. The genus *Phomopsis*: biology, applications, species concepts and names of common phytopatogens. **Fungal Diversity**, v. 50, p. 189-225, 2011.
- UENO, B.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos e bactérias. In: ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. (Org.) **Cultivo do morangueiro**. Brasília: Embrapa, 2016. cap. 17, p. 415-480.
- VALLADARES, G. S.; QUARTAROLI, C. F.; HOTT, M. C.; MIRANDA, E. E.; NUNES, R. S.; KLEPKER, D.; LIMA, G. P. **Mapeamento da aptidão agrícola das terras do Estado do Maranhão**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. (2007). Disponível em: <[www.aptidaoma.cnpm.embrapa.br](http://www.aptidaoma.cnpm.embrapa.br)>. Acesso em: 30 abr. 2020.
- VARVARO, L.; PIETRARELLI, G. B. L. Effects of simulated rain on *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* populations on tomato plants. **Journal of Plant Pathology**, v. 88, p. 245-251, 2006.
- VÉRAS, M. L. M.; ARAÚJO, F. F.; GOMES JUNIOR, J.; FINGER, F. L. Enzymatic activity and post-harvest quality of 'Galia' melon under storage temperatures and modified atmosphere. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, p. 1-6, 2019.
- VESPUCCI, I. L.; SILVA, D. D. A.; MACHADO, V. S.; CAMPOS, A. J. Conservação de maracujá silvestre sob atmosfera modificada passiva. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, v. 3, p. 32-43, 2018.
- VIANA, F. M. P.; FREIRE, F. C. O.; PARENTE, G. B. **Controle das Principais Doenças do Pimentão Cultivado nas Regiões Serranas do Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Hortaliças, 2007, p. 4.
- VIEIRA, A. L.; LINO, G. C. L.; LINO, T. H. L. **Congelamento e refrigeração**. CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – UTFPR, LONDRINA. (2014). Disponível em: <<https://bit.ly/38aQX86>>. Acessado em: 18 jun. 2020.

- VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. 1. ed. Cruz das Almas: UFRB, 2019, p.131.
- VILAS BOAS, B. M.; SIQUEIRA, H. H.; LEME, S. C.; LIMA, L. C. O.; ALVES, T. C. Conservação de pimentão verde minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens plásticas. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 34-39, 2012.
- VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 141-143, 2003.
- VILLADIEGO, A. M. D.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSCHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos. **Revista Ceres**, v. 52, p. 3-4, 2005.
- VIVAS, M.; SILVEIRA, S. F.; PEREIRA, M. G.; CARDOSO, D. L.; FERREGUETTI, G. A. Análise dialética em mamoeiro para resistência a mancha-de-phoma. **Revista Ciência Rural**, v. 43, p. 945-950, 2013.
- WATSON, J. A.; TREADWELL, D.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; PELLETIER, W. **Postharvest storage, packaging and handling of specialty crops: a guide for Florida small farm producers**. Florida: University of Florida, 2015, p.19.
- YAHAYA, S. M.; MARDIYYA, A. Y. Review of Post-Harvest Losses of Fruits and Vegetables. **Biomedical Journal of Scientific & Technical Research**, v. 13, p. 10192-10200, 2019.
- YAHIA, E. M.; FONSECA, J. M.; KITINOJA, L. Postharvest Losses and Waste. In: YAHIA, E. M. (Eds). **Postharvest Technology of Perishable Horticultural Commodities**. 1. ed. Woodhead Publishing, p. 43-69, 2019.
- ZAGO, V. C. P.; BARROS, R. T. V. Gestão de resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, p. 219-228, 2019.

## ANEXOS

### Memorial fotográfico das coletas de dados



**Figura 1.** Cenário da comercialização de frutas e hortaliças em diferentes segmentos comerciais, inseridos nas cidades visitadas durante o levantamento. Fonte: os autores.



**Figura 2.** Registro fotográfico de perdas pós-colheita ocasionadas em frutas, por desordens fisiológicas, danos mecânicos e injúrias fitopatológicas, durante a comercialização em diferentes estabelecimentos, nas cidades visitadas durante o levantamento. Fonte: os autores.



**Figura 3.** Registro fotográfico de perdas pós-colheita ocasionadas em hortaliças, por desordens fisiológicas, danos mecânicos e injúrias fitopatológicas, durante a comercialização em diferentes estabelecimentos, nas cidades visitadas durante o levantamento. Fonte: os autores.



**Figura 4.** Procedimentos para identificação de doenças em amostras de tomate com sintomatologia, coletadas em diferentes segmentos comerciais de Chapadinha (MA). O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Fonte: os autores.



**Figura 5.** Procedimentos para identificação de doenças em amostras de pimentão verde com sintomatologia, coletadas em diferentes segmentos comerciais de Chapadinha (MA). O experimento foi conduzido no Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia, Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais. Fonte: os autores.



**Figura 6.** Uso de revestimento comestível e embalagens plásticas para conservação de goiaba 'Paluma', em condições ambiente e refrigerada. Experimento conduzido no Laboratório de Pós-Colheita (LAPOC), Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus São Luís. Os frutos deteriorados, em destaque, referem-se a amostras da testemunha (sem embalagem) em condição ambiente. Fonte: os autores.



**Realização:**

