

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Hortaliças  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas*

# **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**

*Celso L. Moretti*  
Editor Técnico

Brasília, DF  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos nos seguintes locais:

**Embrapa Hortaliças**

BR 060 Rodovia Brasília-Anápolis, km 9  
C. Postal 218  
70359-970 Brasília-DF  
Telefone (61) 3385-9009  
E-mail: sac.hortaliças@embrapa.br

**Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae**

SEPN Quadra 515, Bloco C, loja 32  
CEP 70770900, Brasília DF  
Telefone: (61) 3348-7100  
Site: www.sebrae.com.br

**Comitê de Publicações da Embrapa Hortaliças**

Presidente: *Gilmar P. Henz*

Editora Técnica: *Flávia A. de Alcântara*

Membros: *Alice Maria Quezado Duval*

*Edson Guiducci Filho*

*Milza Moreira Lana*

Secretária-Executiva: *Fabiana S. Spada*

**Coordenação pelo Sebrae**

Maria Maurício

Léa Maria Lagares

Wang Hsiu Ching

Revisão de texto e tratamento editorial: *Renato Argôllo de Souza*

Diagramação e editoração eletrônica: *André Luís Xavier de Souza*

Capa: *Caroline T. de Moraes*

Fotos da capa: *Acervo Embrapa Hortaliças / B. S. Sousa*

1ª edição

1ª impressão (2007): 3.000 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Hortaliças**

---

Moretti, Celso Luiz

Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças / Celso Luiz Moretti –  
Brasília : Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007.

531 p.

ISBN 978-85-7333-431-9

1. Frutas e Hortaliças – Processamento mínimo. I. Título.

CDD 635.046 (19. Ed.)

© Sebrae 2007

# Sumário

Prefácio .....	21
<b>PARTE I – ASPECTOS GERAIS DA TECNOLOGIA DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS .....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo 1 – Panorama do processamento mínimo de frutas e hortaliças .....</b>	<b>25</b>
1. Introdução .....	27
2. Breve histórico .....	27
3. Controle dos processos metabólicos .....	31
4. Segurança do alimento e aspectos microbiológicos .....	33
5. Embalagens .....	34
6. Comercialização .....	36
7. Futuro .....	38
8. Conclusões .....	38
9. Referências bibliográficas .....	39
<b>Capítulo 2 – Alterações metabólicas .....</b>	<b>41</b>
1. Introdução .....	43
2. Conseqüências dos estresses .....	44
3. Desordens .....	54
4. Qualidade sensorial .....	58
5. Fitonutrientes .....	63
6. Tratamentos para a manutenção da qualidade .....	72
7. Conclusões .....	76
8. Referências bibliográficas .....	77
<b>Capítulo 3 – Higiene e sanitização .....</b>	<b>101</b>
1. Introdução .....	103
2. Fluxograma do processamento mínimo de frutas e hortaliças .....	104
3. Recomendações técnicas de manuseio dos produtos antes e depois do processamento .....	105
4. Recomendações específicas para os manipuladores .....	109
5. Controle do ar no ambiente de processamento .....	111
6. Cuidados com os equipamentos e utensílios .....	113
7. Higienização da estrutura física e de ambientes .....	116
8. Qualidade da água .....	118
9. Referências bibliográficas .....	119
<b>Capítulo 4 – Segurança dos alimentos .....</b>	<b>121</b>
1. Introdução .....	123
2. Fatores de risco .....	123
3. Aplicação do sistema APPCC .....	130
4. Conclusão .....	137
5. Referências bibliográficas .....	137

<b>Capítulo 5 – Microbiologia .....</b>	<b>141</b>
1. Introdução .....	143
2. Microorganismos patogênicos .....	143
3. Etapas importantes na eliminação, inibição ou redução da microbiota .....	145
4. Agentes sanitizantes .....	146
5. Aspectos tecnológicos e contaminação microbiológica .....	147
6. Considerações finais.....	149
7. Referências bibliográficas.....	150
<b>Capítulo 6 – Embalagens .....</b>	<b>153</b>
1. Embalagem e produto .....	155
2. Tipos de embalagem .....	156
3. Atmosfera modificada.....	157
4. Revestimentos comestíveis .....	162
5. Revestimentos comestíveis antimicrobianos.....	164
6. Absorvedores de oxigênio .....	167
7. Referências bibliográficas.....	169
<b>Capítulo 7 - Qualidade sensorial .....</b>	<b>173</b>
1. Introdução .....	175
2. Métodos afetivos de análise sensorial .....	175
3. Nova tendência da análise sensorial .....	181
4. Exemplos de uso de técnicas sensoriais em produtos minimamente processados .....	182
5. Referências bibliográficas.....	189
<b>PARTE II – FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS .....</b>	<b>193</b>
<b>Capítulo 8 – Processamento mínimo de abacaxi .....</b>	<b>195</b>
1. Introdução .....	197
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de abacaxi .....	198
3. Referências bibliográficas.....	202
<b>Capítulo 9 – Processamento mínimo de carambola .....</b>	<b>205</b>
1. Introdução .....	207
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de carambola .....	208
3. Referências bibliográficas.....	212
<b>Capítulo 10 – Processamento mínimo de goiaba .....</b>	<b>215</b>
1. Introdução .....	217
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de goiaba .....	217
3. Considerações finais.....	226
4. Referências bibliográficas .....	227
<b>Capítulo 11 – Processamento mínimo de kiwi .....</b>	<b>229</b>
1. Introdução .....	231
2. Colheita e manuseio pós-colheita.....	231

3. Efeitos do processamento mínimo sobre a fisiologia de kiwis .....	232
4. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de kiwi ....	234
5. Manutenção da qualidade e extensão da vida de prateleira de kiwis minimamente processados .....	236
6. Considerações finais.....	241
7. Referências bibliográficas .....	241
<b>Capítulo 12 – Processamento mínimo de maçã.....</b>	<b>243</b>
1. Introdução .....	245
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de maçã ...	247
3. Aspectos relacionados com rotulagem, qualidade e segurança .....	254
4. Controle de populações microbianas .....	256
5. Melhorias futuras de qualidade .....	257
6. Conclusões .....	258
7. Referências bibliográficas .....	259
<b>Capítulo 13 – Processamento mínimo de mamão .....</b>	<b>263</b>
1. Introdução .....	265
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de mamão	267
3. Referências bibliográficas .....	270
<b>Capítulo 14 – Processamento mínimo de manga .....</b>	<b>273</b>
1. Introdução .....	275
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de manga .	276
3. Referências bibliográficas .....	281
<b>Capítulo 15 – Processamento mínimo de frutas cítricas .....</b>	<b>283</b>
1. Introdução .....	285
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de frutas cítricas .....	286
3. Formas de apresentação .....	293
4. Considerações finais.....	293
5. Referências bibliográficas .....	294
<b>PARTE III – HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS .....</b>	<b>297</b>
<b>Capítulo 16 – Processamento mínimo de alface .....</b>	<b>299</b>
1. Introdução .....	301
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de alface ..	302
3. Fatores que influenciam a qualidade .....	314
4. Aspectos fisiológicos e bioquímicos .....	327
5. Aspectos microbiológicos .....	334
6. Uso de aditivos químicos .....	336
7. Referências bibliográficas .....	337
<b>Capítulo 17 – Processamento mínimo de batata .....</b>	<b>343</b>
1. Introdução .....	345

2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de batata ..	347
3. Alterações fisiológicas .....	354
4. Conclusões .....	363
5. Referências bibliográficas .....	363
<b>Capítulo 18 – Processamento mínimo de beterraba .....</b>	<b>373</b>
1. Introdução .....	375
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de beterraba	376
3. Referências bibliográficas .....	381
<b>Capítulo 19 – Processamento mínimo de brócolis .....</b>	<b>383</b>
1. Introdução .....	385
2. Colheita e manuseio pós-colheita .....	385
3. Cuidados com a matéria-prima antes do processamento .....	386
4. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de brócolis	386
5. Literatura consultada .....	392
<b>Capítulo 20 – Processamento mínimo de minicenoura .....</b>	<b>397</b>
1. Introdução .....	399
2. Histórico do desenvolvimento da minicenoura .....	399
3. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de minicenoura .....	401
4. Controle do esbranquiçamento .....	409
5. Considerações finais .....	411
6. Referências bibliográficas .....	412
<b>Capítulo 21 – Processamento mínimo de couve .....</b>	<b>415</b>
1. Introdução .....	417
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de folhas de couve .....	417
3. Referências bibliográficas .....	429
<b>Capítulo 22 – Processamento mínimo de feijão-vagem .....</b>	<b>431</b>
1. Introdução .....	433
2. Colheita e manuseio pós-colheita .....	433
3. Cuidados com a matéria-prima antes do processamento .....	434
4. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de feijão- vagem .....	436
5. Referências bibliográficas .....	443
<b>Capítulo 23 – Processamento mínimo de melancia .....</b>	<b>445</b>
1. Introdução .....	447
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de melancia	447
3. Literatura consultada .....	452
<b>Capítulo 24 – Processamento mínimo de melão .....</b>	<b>453</b>
1. Introdução .....	455

2. Colheita e manuseio pós-colheita .....	455
3. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de melão ..	455
4. Referências bibliográficas e outras obras consultadas .....	462
<b>Capítulo 25 – Processamento mínimo de repolho .....</b>	<b>465</b>
1. Introdução .....	467
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de repolho	467
3. Referências bibliográficas .....	481
<b>Capítulo 26 – Processamento mínimo de rúcula .....</b>	<b>483</b>
1. Introdução .....	485
2. Colheita e manuseio pós-colheita .....	486
3. Cuidados com a matéria-prima antes do processamento .....	487
4. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de rúcula ,	488
5. Referências bibliográficas .....	494
<b>Capítulo 27 – Processamento mínimo de tomate .....</b>	<b>497</b>
1. Considerações gerais e mercado .....	499
2. Fluxograma e descrição das etapas do processamento mínimo de tomate	500
3. Qualidade do tomate minimamente processado .....	507
4. Evolução fisiológica do tomate minimamente processado .....	513
5. Controle de qualidade .....	517
6. Referências bibliográficas .....	521

# Prefácio

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado em todo o mundo em função de a sociedade moderna buscar, a cada dia, hábitos de vida mais saudáveis e naturais. A conveniência e a praticidade na hora de comprar e consumir frutas e hortaliças têm levado consumidores a demandar produtos prontos para o consumo ou que exigem pouco ou nenhum preparo para serem consumidos com segurança. É nesse contexto que se inserem as frutas e hortaliças minimamente processadas, que cada vez mais têm ocupado espaço nas gôndolas de supermercados e de lojas de conveniência em diversos países.

Um longo caminho foi percorrido desde que as primeiras saladas embaladas foram comercializadas na década de 30 do século passado nos Estados Unidos da América (EUA), sem refinamento tecnológico algum, até os dias de hoje, quando técnicas como atmosfera modificada e embalagens ativas são comumente empregadas em diversas partes do mundo.

As primeiras ações de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil iniciaram-se na última década do século passado, em diversas universidades e centros de pesquisa. Desde então, é grande a quantidade de informação produzida. No final do ano de 2002, um grupo de pesquisadores reunidos em Brasília, DF, decidiu que era chegada a hora de reunir, sistematizar, organizar e disseminar as informações disponíveis sobre o tema.

Foi assim que, no ano de 2003, demos início ao trabalho paciente de reunir a maior quantidade possível de informações que permitissem a publicação desta obra, com a grande preocupação de abordar, da forma mais completa possível, as diversas disciplinas que compõem a tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Não foram medidos esforços para contatar os melhores técnicos brasileiros e estrangeiros que atuam na área, buscando o enfoque de questões como alterações metabólicas associadas ao processamento mínimo, embalagens e aspectos microbiológicos, sensoriais e de segurança do produto, dentre outros.

Nessa jornada, tivemos a grata satisfação de contar com a colaboração de técnicos do Agriculture and Agri-Food Canada (Canadá), da Universidade Politécnica de Cartagena (Espanha), da Universidade da Califórnia (Davis, EUA), da Universidade da Flórida (Gainesville, EUA) e da Texas A&M University (Texas, EUA). Do Brasil, participaram profissionais altamente capacitados, de diferentes instituições, como Embrapa (Embrapa Agroindústria de Alimentos, Embrapa Agroindústria Tropical e Embrapa Hortaliças), Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade Estadual Paulista (UNESP – Campus de Jaboticabal), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal



de Sergipe (UFS), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Católica de Brasília (UCB), Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho (MG), Secretaria de Agricultura e Pecuária do Ceará (SEAGRI) e da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA – Bauru, SP).

Pretendemos, com a presente obra, oferecer uma contribuição ao avanço e à consolidação da tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil, fornecendo elementos para que as empresas envolvidas nesse segmento agroindustrial possam ser mais competitivas e sustentáveis, tanto no mercado interno quanto externo. Buscamos ainda contribuir para a agregação de valor à produção da agricultura familiar, de forma a que ela possa ampliar a geração de renda e emprego nas diversas regiões brasileiras. Espera-se, também, que este Manual sirva de subsídio para o fortalecimento da agroindústria de alimentos e para políticas que estimulem essa fascinante atividade agroindustrial.

O Manual compreende três partes e **vinte e sete capítulos**, assim estruturado para facilitar a leitura e a compreensão. Na primeira parte, dividida em **sete capítulos**, são abordados os aspectos gerais da tecnologia de processamento mínimo de frutas e hortaliças. A segunda parte, intitulada Frutas Minimamente Processadas, descreve processos completos de processamento mínimo de **oito diferentes espécies de frutas**. E a terceira e última parte, Hortaliças Minimamente Processadas, trata da tecnologia de processamento mínimo de **doze diferentes espécies de hortaliças**.

O texto foi elaborado em linguagem técnico-científica, tomando-se, entretanto, o cuidado de não torná-la enfadonha, rebuscada ou incompreensível, para que fosse acessível tanto a engenheiros, a estudantes de graduação e de pós-graduação e a técnicos da área de pesquisa, ensino e extensão quanto a produtores e empresários proprietários de agroindústrias de diferentes portes.

Apesar de todo o esforço empreendido na uniformização de terminologia e no formato de apresentação, resolveu-se respeitar o estilo de redação e apresentação de cada autor. Assim, o leitor observará que alguns capítulos tendem a apresentar o assunto na forma de artigos técnico-científicos, enquanto outros o fazem de uma forma mais livre, similarmente ao verificado em manuais. Não temos dúvidas de que ambas as formas são válidas e trarão novas informações técnicas àqueles dedicados à atividade de processamento mínimo de frutas e hortaliças.

*Celso L. Moretti*  
Editor Técnico