



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição

Microbiologia de Hortaliças

Profa. Dra. Daniele F Maffei

1

Hortaliças

Definição
São plantas cultivadas em campos abertos (hortas) ou sob cultivo protegido (estufas) e que são utilizadas como alimento.

Verduras

Legumes

2

Hortaliças

Consumo de hortaliças: altamente estimulado por autoridades de saúde em todo o mundo.

Benefícios: fontes de nutrientes essenciais. O consumo regular está associado à prevenção e controle de obesidade, dislipidemias, carências nutricionais etc.

Recomendação: consumo diário de 400 g (cinco porções ~80 g) de frutas e hortaliças (WHO, 2003).

3

Hortaliças

Climatéricas

O processo de maturação continua após a colheita
Após o início da maturação apresentam rápido aumento na intensidade respiratória

Abacate, banana, mamão, tomate

Não Climatéricas

São deixados na planta até atingir o estágio ótimo de maturação
O período de maturação é mais lento e a intensidade respiratória se mantém em constante declínio

Frutas cítricas, alface, pepino

4

Mito ou verdade?

Basta uma maçã podre para estragar todas as outras



5

Etileno

> Hormônio gasoso produzido em vários tecidos vegetais, sendo sintetizado a partir da metionina. Conhecido como "hormônio do amadurecimento".



Nos frutos climatéricos:

- Fase pré-climatérica: a produção do etileno é reduzida ou inexistente;
- Início do climatério: início da produção de etileno;
- Aumento do climatério: aceleração da produção de etileno e uniformização de todos os aspectos da maturação (pico climatérico).

Nos frutos não climatéricos:

- Produzido em baixa concentração, não interfere no processo de amadurecimento do fruto.

6

Fatores Intrínsecos e Extrínsecos

7

Fatores Intrínsecos

- Atividade de água (aw)
- pH
- Potencial de óxido-redução (Eh)
- Composição química
- Estruturas biológicas
- Constituintes antimicrobianas

8

Fatores Intrínsecos

Atividade de água

Alimento	Aa
Alimentos in natura (hortaliças)	>0,98
Carne cozida, pão	0,98 - 0,95
Carnes curadas, queijos	0,95 - 0,91
Salsichas, xaropes	0,91 - 0,87
Farinhas, cereais e leguminosas secas	0,87 - 0,80
Geléias, marmeladas, balas	0,80 - 0,65
Frutas secas	0,65 - 0,60
Massas desidratadas, condimentos, leite em pó	0,60 - 0,20

9

Fatores Intrínsecos

pH



10

Fatores Intrínsecos

Potencial de óxido-redução (Eh)

- Facilidade com que determinado substrato ganha ou perde elétrons;
- O Eh de um alimento determina os tipos de micro-organismos que podem se desenvolver e deteriorar o produto;
- Hortaliças apresentam valores de Eh entre +300 e +400 mV → deterioração por bactérias aeróbias e bolores.

11

Fatores Intrínsecos

Composição química das hortaliças

Média geral

- Água: 88%
- Carboidratos: 8,6%
- Proteínas: 1,9%
- Gorduras: 0,3%
- Cinzas: 0,84%
- Vitaminas, ácidos nucleicos e outros constituintes: < 1%

Ecosistema ideal para o desenvolvimento microbiano

12

Fatores Intrínsecos

Estruturas biológicas

- Casca das frutas e de alguns vegetais
- Película que envolve as sementes



O rompimento destas favorece a entrada e proliferação de micro-organismos

13

Fatores Intrínsecos

Constituintes antimicrobianos

Substâncias que apresentam a capacidade de inibir ou retardar a multiplicação microbiana.

Podem ser:

- naturais
- produzidas por micro-organismos
- adicionadas aos alimentos

14

Fatores Extrínsecos

- Temperatura → micro-organismos multiplicam-se em ampla faixa
- Atmosfera envolvendo o alimento → presença de O_2 (aeróbios) e ausência de O_2 (anaeróbios)

atmosfera modificada



embalagem à vácuo



15

Deterioração



16

Deterioração das Hortaliças

Ocorre de duas maneiras:

- ✓ Fisiológica (primária): enzimas atuam sobre os carboidratos, causando amolecimento e escurecimento.
- ✓ Secundária (ação de micro-organismos): alterações químicas indesejáveis.

17

Deterioração das Hortaliças

Conseqüências

- ✓ alteração da cor natural;
- ✓ necrose tecidual e perda de textura;
- ✓ odores e sabores desagradáveis;
- ✓ redução da vida útil;
- ✓ perdas pós colheita (média de 10-30%).

18

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Bacteriana

Deterioração Fúngica

19

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Bacteriana

Exemplo 1: Deterioração mole por enzimas degradativas

5 classes importantes: **pectinases**, **celulases**, proteases, fosfatidases e dehidrogenases

Pectinases : Despolimerização da cadeia de pectina - amolecimento dos tecidos, odor desagradável
Liquefação dos tecidos (aspecto "molhado")

Celulases : Catalisam a hidrólise da celulose - amolecimento dos tecidos

Erwinia carotovora, *Pseudomonas marginalis*

20

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Bacteriana

Exemplo 2: Mancha angular da folha

✓ manchas encharcadas, de formato angular na superfície das folhas, que posteriormente adquirem coloração marrom, apresentando um halo amarelado.

Pseudomonas syringae

21

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Bacteriana

Exemplo 3: Deterioração preta (podridão negra)

✓ Ocasional lesões locais em folhas, frutos e ramos

✓ Problemas com crucíferas e caju

✓ *Xanthomonas* - responsável também pelo cancro cítrico

Xanthomonas campestris

22

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Fúngica

Exemplo 1: Deterioração cinza

✓ micélio cinza

✓ favorecido por umidade e temperatura elevada

✓ fungo pode penetrar na superfície íntegra ou através de ranhuras

Botrytis cinerea

23

Deterioração das Hortaliças

Deterioração Fúngica

Exemplo 2: Antracnose

✓ Caracteriza-se pela formação de lesões escuras nas folhas e frutos. Geralmente a polpa não é afetada, exceto em condições de altas temperaturas ou quando o ponto ótimo de maturação é ultrapassado.

Colletotrichum sp.

24

Contaminação das hortaliças por microrganismos patogênicos



25

Contaminação das hortaliças

Solo e ambiente:

- * *L. monocytogenes*;
- * *B. cereus*;
- * *C. botulinum*;
- * *C. perfringens*;
- * Fungos micotoxigênicos.

Origem fecal

(homem e animais):

- * *Salmonella* spp;
- * *Shigella* spp;
- * *E. coli* patogênicas;
- * *V. cholerae*;
- * Vírus hepatite A e E;
- * Parasitas.

26

Contaminação das hortaliças

Fontes de contaminação



27

Contaminação das hortaliças

Islam et al. (2004)^{a,b}

Salmonella Typhimurium e *Escherichia coli* O157:H7 sobreviveram por longo período em solo e vegetais cultivados após contaminação experimental via adubo ou água de irrigação.

S. Typhimurium persistiu foi detectada ao longo de 63 e 231 dias em amostras de alface e salsa, respectivamente. *E. coli* O157:H7 foi detectada por até 77 e 177 dias nas amostras de alface e salsa, respectivamente.

A principal forma de controlar a contaminação durante a produção primária é por meio da implementação das Boas Práticas Agrícolas (BPA)

28

Enfermidades Transmitidas por Alimentos associadas ao consumo de hortaliças



29

Enfermidades Transmitidas por Alimentos associadas ao consumo de hortaliças

Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar Informe - 2024

Ministério da Saúde
Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente

Março de 2024



30



31

Enfermidades Transmitidas por Alimentos associadas ao consumo de hortaliças

Lettuce, Other Leafy Greens, and Food Safety

[Español](#) [Print](#)

On This Page

- [Eating Leafy Greens](#)
- [Handling and Preparing Leafy Greens Safely](#)
- [Germs, Outbreaks, and Recalls](#)
- [Organic, Hydroponic, and Home-Grown Leafy Greens](#)
- [Looking to the Future](#)

32

Enfermidades Transmitidas por Alimentos associadas ao consumo de hortaliças

How common are outbreaks linked to leafy greens?

In 2014–2021, a total of 78 foodborne disease outbreaks linked to leafy greens (mainly lettuce) were [reported to CDC](#). CDC issued [outbreak notices](#) for several outbreaks linked to leafy greens during this time period.

Most foodborne illnesses are not part of a recognized outbreak. The 2,028 illnesses, 477 hospitalizations, and 18 deaths associated with outbreaks linked to leafy greens reported to CDC in 2014–2021 represent only a part of illnesses caused by contaminated leafy greens during those years.

Read a study by CDC and partners on [what we have learned](#) from 10 years of investigating *E. coli* outbreaks linked to leafy greens.

33

Enfermidades Transmitidas por Alimentos associadas ao consumo de hortaliças

Surtos de ETA associados ao consumo de hortaliças

2018 - *E. coli* O157:H7, alface romana, EUA (36 estados). Total de 210 infectados (96 hospitalizados e 5 mortes). Dentre os hospitalizados, 27 desenvolveram Síndrome Hemolítico-Urêmica;

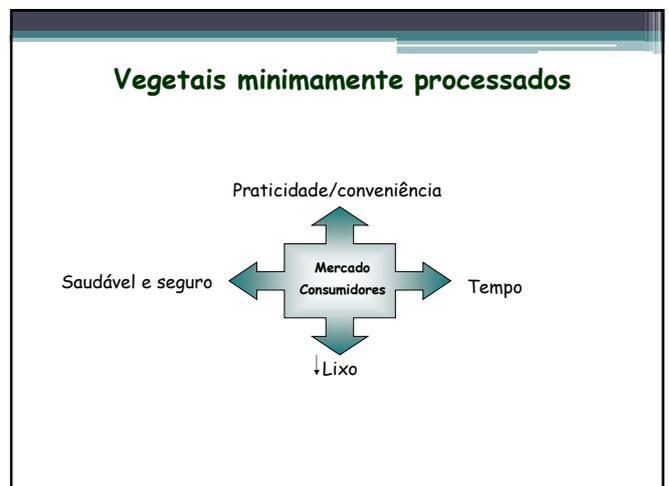
2016 - *Listeria monocytogenes*, saladas prontas para o consumo, EUA (9 estados). Total de 19 infectados (100% hospitalizados) e uma morte.

2013 - *Salmonella* Saintpaul, pepinos, EUA (18 estados). Total de 84 infectados (17% hospitalizados).

34

Processamento mínimo de vegetais

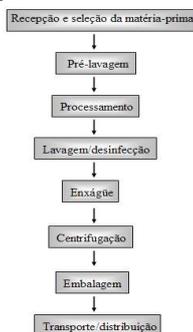
35



36

Vegetais minimamente processados

Fluxograma da produção



37

Vegetais minimamente processados

Recepção e seleção da matéria-prima

- ✓ Inspeção → qualidade da matéria-prima (aparência, cor, ausência de lesões etc.)
- ✓ Estocagem sob refrigeração (5 a 10 °C) ou direto para a linha de processamento

38

Vegetais minimamente processados

Pré-lavagem

- ✓ Água limpa e potável (retirar sujidades visíveis);
- ✓ Métodos de lavagem: água corrente, imersão e agitação;
- ✓ Produtos clorados / detergente neutro específico para lavagem de vegetais - posterior enxágue;
- ✓ Produtos com registro em órgãos competentes e concentrações de acordo com recomendação do fabricante.

39

Vegetais minimamente processados

Processamento

- ✓ Manual ou mecânico;
 - ✓ Sistemas de lâminas de corte diferenciados;
 - ✓ Equipamentos e utensílios limpos, afiados e higienizados
- Evitar risco de contaminação e danos ao tecido vegetal

40

Vegetais minimamente processados

Desinfecção

- ✓ Única etapa do processamento mínimo que pode garantir a inativação e/ou redução dos micro-organismos presentes;
- ✓ Métodos de lavagem: imersão, agitação ou aspersão;
- ✓ Compostos utilizados: cloro orgânico e hipoclorito de sódio (até 250mg/L), dióxido de cloro, ácido peracético, ozônio etc.
- ✓ Risco de contaminação cruzada!

41

Vegetais minimamente processados

Enxágue

- ✓ Água limpa e potável;
- ✓ Métodos: água corrente, imersão ou agitação
- ✓ Quando empregados aditivos para preservar a qualidade microbológica, físico-química e sensorial, estes devem ser aprovados para uso, conforme legislação vigente e informados na rotulagem.

Centrifugação

- ✓ Retirar excesso de água da superfície dos vegetais sem danificá-los;
- ✓ ↑ vida útil do produto;
- ✓ Higienização das peças da centrífuga.

42

Vegetais minimamente processados

Embalagem

- ✓ Armazenar e manter características do produto;
- ✓ Tipos: BOPP + PE (polipropileno bi-orientado e filme de polietileno), bandeja EPS (poliestireno expandido) e filme PVC (poli cloreto de vinil);



- ✓ Atmosfera modificada: $\downarrow O_2 + CO_2$ e N_2 - inibir proliferação microbiana e retardar ação enzimática \Rightarrow produto se mantém fresco por mais tempo.
- ✓ Informações disponíveis ao consumidor (rotulagem - prazo de validade, declaração de aditivos na lista de ingredientes, condições de higienização).

43

Vegetais minimamente processados

Transporte/distribuição

- ✓ Expedição (mais rápido possível);
- ✓ Transporte sob refrigeração e em veículos higienizados;
- ✓ Controle de temperatura durante o transporte;
- ✓ Exposição dos produtos nas gôndolas dos supermercados (tempo x temperatura).

44

Vegetais minimamente processados

Transporte/distribuição

Relatório Temperatura

De 26/07/2012 21:00:00 até 26/07/2012 06:00:00
Entre -10°C e 20°C

Data do Evento	Ignição	Posição	Temperatura
Placa: ES-7223			
Sensor: 1			
26/07/2012 04:59:36	Desligado	0.04m de	7
26/07/2012 04:58:00	Desligado	0.04m de	7
26/07/2012 04:55:00	Desligado	0.04m de	6
26/07/2012 04:52:01	Desligado	0.04m de	6
26/07/2012 04:49:01	Ligado	0.04m de	6
26/07/2012 04:46:01	Ligado	0.03m de	6
26/07/2012 04:43:01	Ligado	0.03m de	6
26/07/2012 04:40:00	Ligado	0.04m de	6
26/07/2012 04:37:01	Ligado	2.31m de	6
26/07/2012 04:34:01	Ligado	4.28m de	6
26/07/2012 04:31:01	Ligado	5.17m de	7
26/07/2012 04:28:00	Ligado	3.40m de	7
26/07/2012 04:25:01	Ligado	0.41m de	7
26/07/2012 04:22:01	Ligado	1.51m de	7
26/07/2012 04:19:00	Ligado	2.62m de	7
26/07/2012 04:16:01	Ligado	3.02m de	7
26/07/2012 04:13:01	Ligado	0.03m de	8
26/07/2012 04:10:01	Ligado	1.01m de	10
26/07/2012 04:07:01	Ligado	3.12m de	10

45

Vegetais minimamente processados

Processamento mínimo \Rightarrow NÃO é reaproveitamento!

↑ Metabolismo

Matéria-prima de qualidade

↑ Controle do processo

46

Bibliografia

MAFFEI, D.F.; LANDGRAF, M. Diversidade microbiana em vegetais (hortaliças e frutas). In: FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. 2ª ed.: Rio de Janeiro: Atheneu, 2023. 292p.

ISLAM, M.; DOYLE, M.P.; PHATAK, S.C.; MILLNER, P.; JIANG, X. Persistence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. *Journal of Food Protection*, v.67, n.7, p.1365-1370, 2004a.

ISLAM, M.; MORGAN, J.; DOYLE, M.P.; PHATAK, S.C.; MILLNER, P.; JIANG, X. Persistence of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium on lettuce and parsley and in soils on which they were grown in fields treated with contaminated manure composts or irrigation water. *Foodborne Pathogens and Disease*, v.1, n.1, p.27-35, 2004b.

WHO/FAO (World Health Organization/Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2003). Diet, Nutrition, and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a joint WHO/FAO Expert Consultation, 28 January-1 February 2002. WHO Technical Report Series No. 916. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

47