# *Bacillus* sp







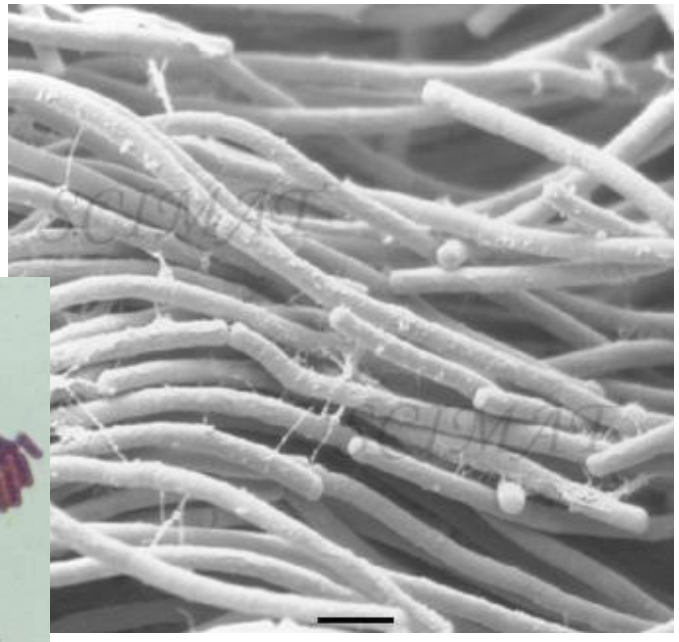


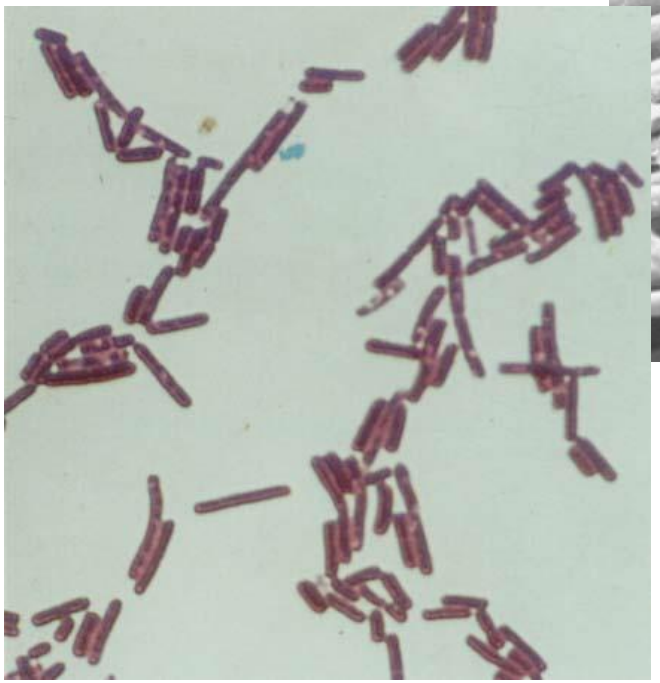

***Prof. Dr. Bernadette D G M Franco***

***2019***

# Características

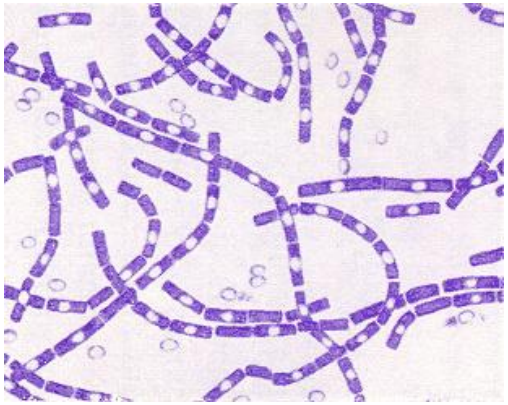
- Bastonete

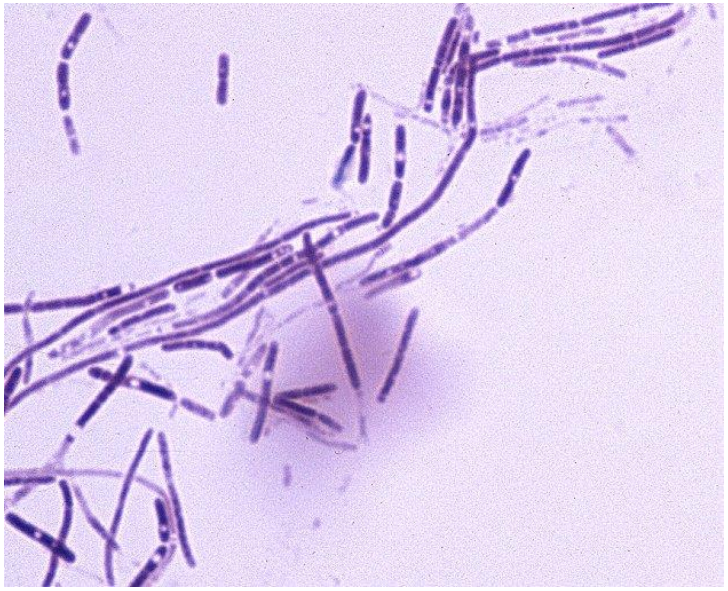




# Características

- Bastonete
- Gram (+)

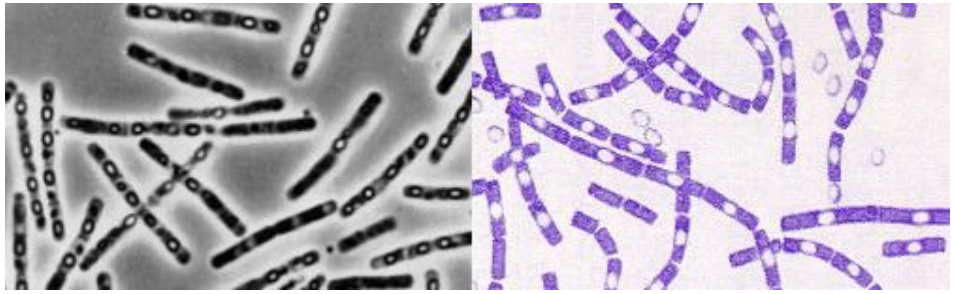


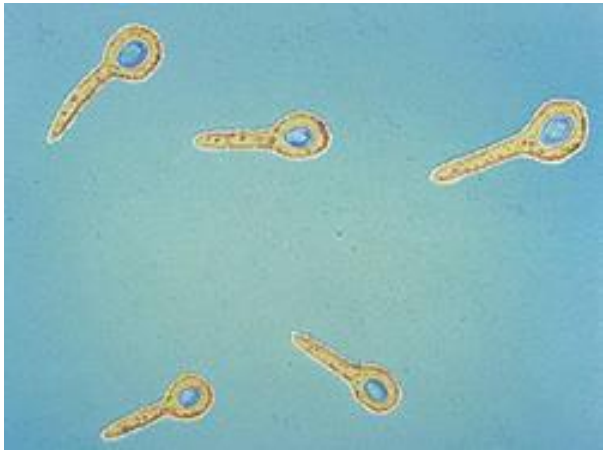


medecinepharmacie.univ-fcomte.fr

# Características

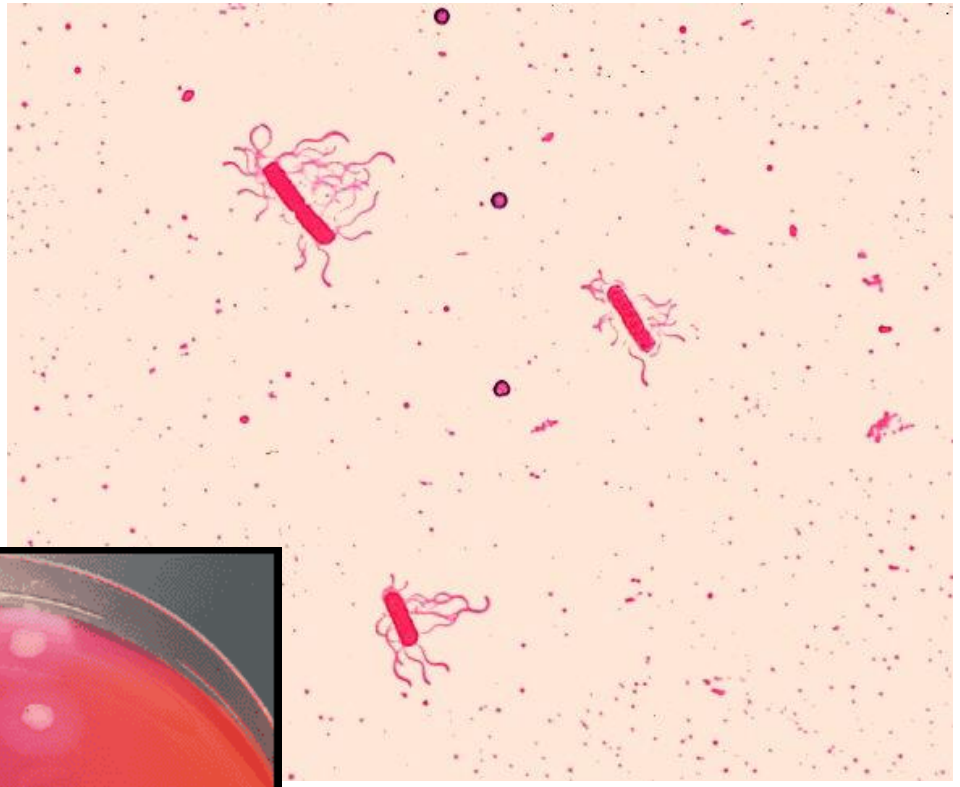
- Bastonete
- Gram (+)
- Esporulado

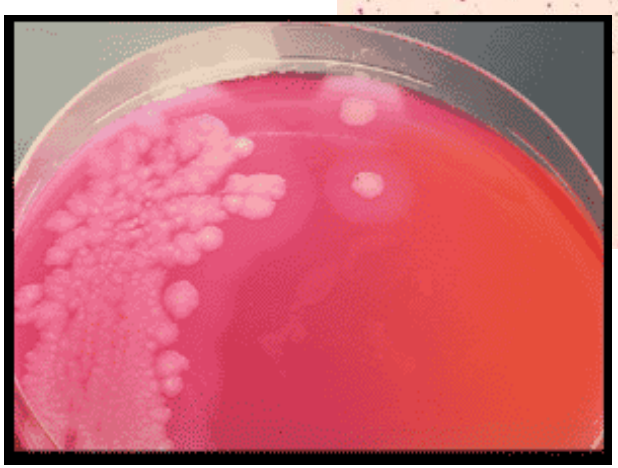




# Características

- Bastonete
- Gram (+)
- Esporulado
- Móvel



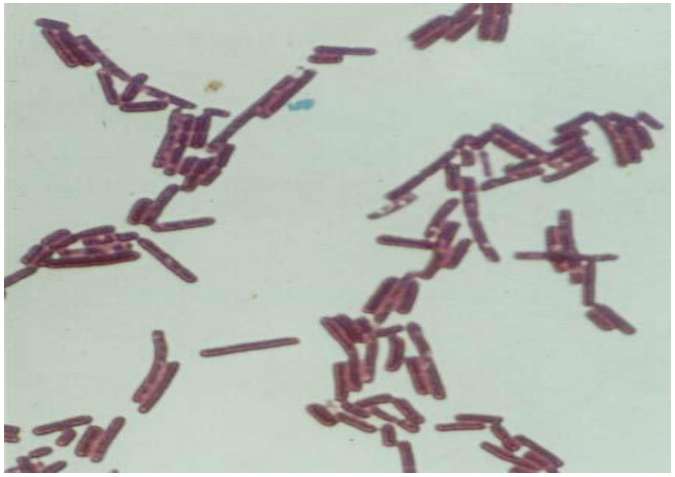


# Características

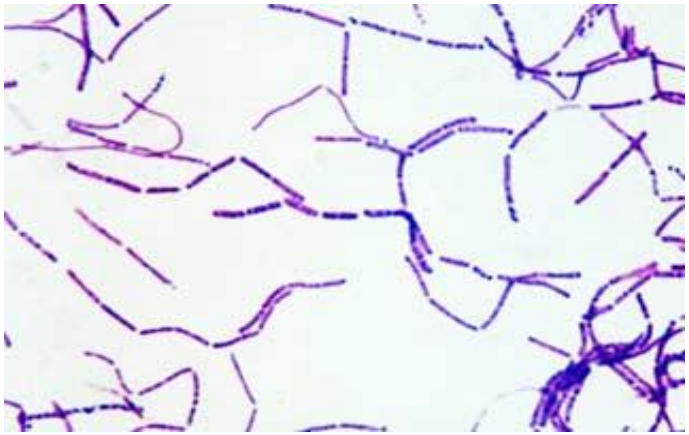
- Bastonete
- Gram (+)
- Esporulado
- Móvel
- Anaeróbio facultativo

# Grupos importantes

- *Bacillus cereus*
- *Bacillus subtilis / Bacillus stearothermophilus*



*B. cereus*



*B. subtilis*

# Espécies principais

- ***B. cereus*** **(toxina)**
- *B. thuringiensis* (entomopatogênico)
- *B. anthracis* (carbúnculo)
- *B. mycoides* (controle biológico)
- *B. pseudomycoides*
- *B. weihenstephanensis* (psicrotolerante)

# Habitat

- solo  e vegetação
  - esporos amplamente distribuídos na natureza
- componente da microbiota gastrointestinal transitória

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- pH
  - 4,3 - 9,3

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- pH
  - 4,3 - 9,3
- $a_w$
  - 0,912 - 0,99...
  - Ótima >0,95

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- pH
  - 4,4 - 9,3
- $a_w$
  - 0,912 - 0,99...
  - Ótima >0,95
- T
  - 4 - 55 °C
  - ótima 28 - 35°C

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- $a_w$
  - 0,912 - 0,99...
- T
  - 4 - 50 °C
  - ótima 28 - 35°C
  - cepas psicrotróficas
    - Importante em alimentos refrigerados com vida-de-prateleira longa

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- $a_w$
  - 0,912 - 0,99...
- T
  - 4 - 50 °C
  - ótima 28 - 35°C
- competidor fraco
  - multiplica-se melhor em alimentos cozidos

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- competidor fraco
  - multiplica-se melhor em alimentos cozidos
- Resistência térmica
  - célula vegetativa - termossensível
  - esporo - termorresistente

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- Resistência térmica
  - célula vegetativa - termossensível
  - esporo – termorresistente
    - resistência varia
      - cepa
      - meio

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- Resistência térmica
  - cel. vegetativa - termossensível
  - esporo - termorresistente
- Esporos *B. cereus*
  - + hidrofóbicos que demais *Bacillus*

# Fatores que afetam o desenvolvimento (célula vegetativa)

- Resistência térmica
  - célula vegetativa - termossensível
  - esporo - termorresistente
- Esporos
  - + hidrofóbicos que demais *Bacillus*
  - aderem a diferentes tipos de superfícies
    - formam biofilmes

# *B. cereus*

- Número de surtos e casos subestimados
  - curta duração
  - geralmente baixo número de afetados

# *B. cereus*

- Ocorrência de doença
  - varia de país a país
    - tipo da síndrome
    - frequência
  - Importante causa de gastroenterite na Europa mas pouca importância nos EUA

# EUA

- 2015
  - 897 surtos de ETA causados por bactérias
  - 15.018 pessoas afetadas
  - 923 hospitalizações e 14 mortes
  - *B. cereus*
    - 15 surtos (2%)
    - 205 pessoas afetadas (2%); 1 hospitalizada

    ---

    - *Salmonella*
    - 149 surtos (22%); 2563 afetados; 400 hospitalizados

# Etiologia de ETA nos EUA, 2014

| Etiology | No. Outbreaks | | | | No. Illnesses | | | | No. Hospitalizations | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CE | SE | Total | % | CE | SE | Total | % | CE | SE | Total | % |
| **Bacterial** | | | | | | | | | | | | |
| *Salmonella*[†] | 140 | 9 | 149 | 22 | 2395 | 168 | 2563 | 22 | 395 | 5 | 400 | 58 |
| *Campylobacter*[‡] | 24 | 7 | 31 | 5 | 324 | 29 | 353 | 3 | 29 | 1 | 30 | 4 |
| *Clostridium perfringens* | 13 | 17 | 30 | 5 | 678 | 552 | 1230 | 11 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| *Escherichia coli*, Shiga toxin-producing (STEC)[§] | 23 | 1 | 24 | 4 | 220 | 2 | 222 | 2 | 62 | 0 | 62 | 9 |
| *Staphylococcus aureus* enterotoxin | 9 | 8 | 17 | 3 | 504 | 62 | 566 | 5 | 9 | 1 | 10 | 1 |
| *Shigella*[¶] | 11 | 5 | 16 | 2 | 366 | 23 | 389 | 3 | 26 | 1 | 27 | 4 |
| *Bacillus cereus* | 4 | 11 | 15 | 2 | 102 | 103 | 205 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| *Listeria monocytogenes* | 9 | 0 | 9 | 1 | 55 | 0 | 55 | 0 | 51 | 0 | 51 | 7 |
| *Vibrio parahaemolyticus* | 8 | 0 | 8 | 1 | 28 | 0 | 28 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| *Clostridium botulinum* | 4 | 0 | 4 | 1 | 10 | 0 | 10 | 0 | 9 | 0 | 9 | 1 |
| *Streptococcus*, Group A | 1 | 0 | 1 | 0 | 54 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Escherichia coli*, Enteroaggregative | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Other | 0 | 12 | 12 | 2 | 0 | 179 | 179 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal | 247 | 70 | 317 | 48 | 4740 | 1118 | 5858 | 51 | 585 | 9 | 594 | 85 |

CE=etiologia confirmada; SE = etiologia suspeita

# Etiologia de ETA nos EUA, 2014

| Etiology | No. Outbreaks | | | | No. Illnesses | | | | No. Hospitalizations | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | CE | SE | Total | % | CE | SE | Total | % | CE | SE | Total | % |
| **Bacterial** | | | | | | | | | | | | |
| *Salmonella*[†] | 140 | 9 | 149 | 22 | 2395 | 168 | 2563 | 22 | 395 | 5 | 400 | 58 |
| *Campylobacter*[‡] | 24 | 7 | 31 | 5 | 324 | 29 | 353 | 3 | 29 | 1 | 30 | 4 |
| *Clostridium perfringens* | 13 | 17 | 30 | 5 | 678 | 552 | 1230 | 11 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| *Escherichia coli*, Shiga toxin-producing (STEC)[§] | 23 | 1 | 24 | 4 | 220 | 2 | 222 | 2 | 62 | 0 | 62 | 9 |
| *Staphylococcus aureus* enterotoxin | 9 | 8 | 17 | 3 | 504 | 62 | 566 | 5 | 9 | 1 | 10 | 1 |
| *Shigella*[¶] | 11 | 5 | 16 | 2 | 366 | 23 | 389 | 3 | 26 | 1 | 27 | 4 |
| *Bacillus cereus* | 4 | 11 | 15 | 2 | 102 | 103 | 205 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| *Listeria monocytogenes* | 9 | 0 | 9 | 1 | 55 | 0 | 55 | 0 | 51 | 0 | 51 | 7 |
| *Vibrio parahaemolyticus* | 8 | 0 | 8 | 1 | 28 | 0 | 28 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| *Clostridium botulinum* | 4 | 0 | 4 | 1 | 10 | 0 | 10 | 0 | 9 | 0 | 9 | 1 |
| *Streptococcus*, Group A | 1 | 0 | 1 | 0 | 54 | 0 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Escherichia coli*, Enteroaggregative | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Other | 0 | 12 | 12 | 2 | 0 | 179 | 179 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Subtotal | 247 | 70 | 317 | 48 | 4740 | 1118 | 5858 | 51 | 585 | 9 | 594 | 85 |

CE=etiologia confirmada; SE = etiologia suspeita

# Origem das ETA nos EUA, 2014

| Etiology | Catering or banquet facility | | Restaurant | | Other commercial location | | Hospital or nursing home | | Institutional location | | Private home | | Other private location | | Other location | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI |
| **Bacterial** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Salmonella* | 8 | 339 | 52 | 649 | 5 | 61 | 1 | 15 | 6 | 109 | 27 | 270 | 2 | 36 | 2 | 15 |
| *Campylobacter* | 3 | 87 | 9 | 56 | 5 | 134 | 1 | 19 | –‡ | – | 5 | 24 | – | – | 1 | 4 |
| *Clostridium perfringens* | 5 | 249 | 3 | 50 | – | – | – | – | 1 | 167 | 1 | 40 | – | – | – | – |
| *Escherichia coli*, Shiga toxin-producing | 1 | 57 | 10 | 96 | – | – | – | – | – | – | 7 | 30 | 1 | 4 | – | – |
| *Staphylococcus aureus* enterotoxin | 1 | 141 | 3 | 17 | – | – | – | – | 2 | 252 | – | – | – | – | 1 | 43 |
| *Shigella* | – | – | 7 | 55 | – | – | – | – | 2 | 292 | 1 | 11 | – | – | – | – |
| *Bacillus cereus* | 1 | 4 | 2 | 67 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Listeria monocytogenes* | – | – | 2 | 7 | 1 | 2 | 2 | 4 | – | – | 1 | 2 | – | – | 1 | 35 |
| *Vibrio parahaemolyticus* | – | – | 5 | 18 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Clostridium botulinum* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | 5 | 1 | 3 | – | – |
| *Streptococcus*, Group A | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 54 | – | – | – | – | – | – |
| *Escherichia coli*, Enteroaggregative | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Other | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Subtotal | 19 | 877 | 93 | 1015 | 11 | 197 | 4 | 38 | 13 | 878 | 44 | 382 | 4 | 43 | 5 | 97 |

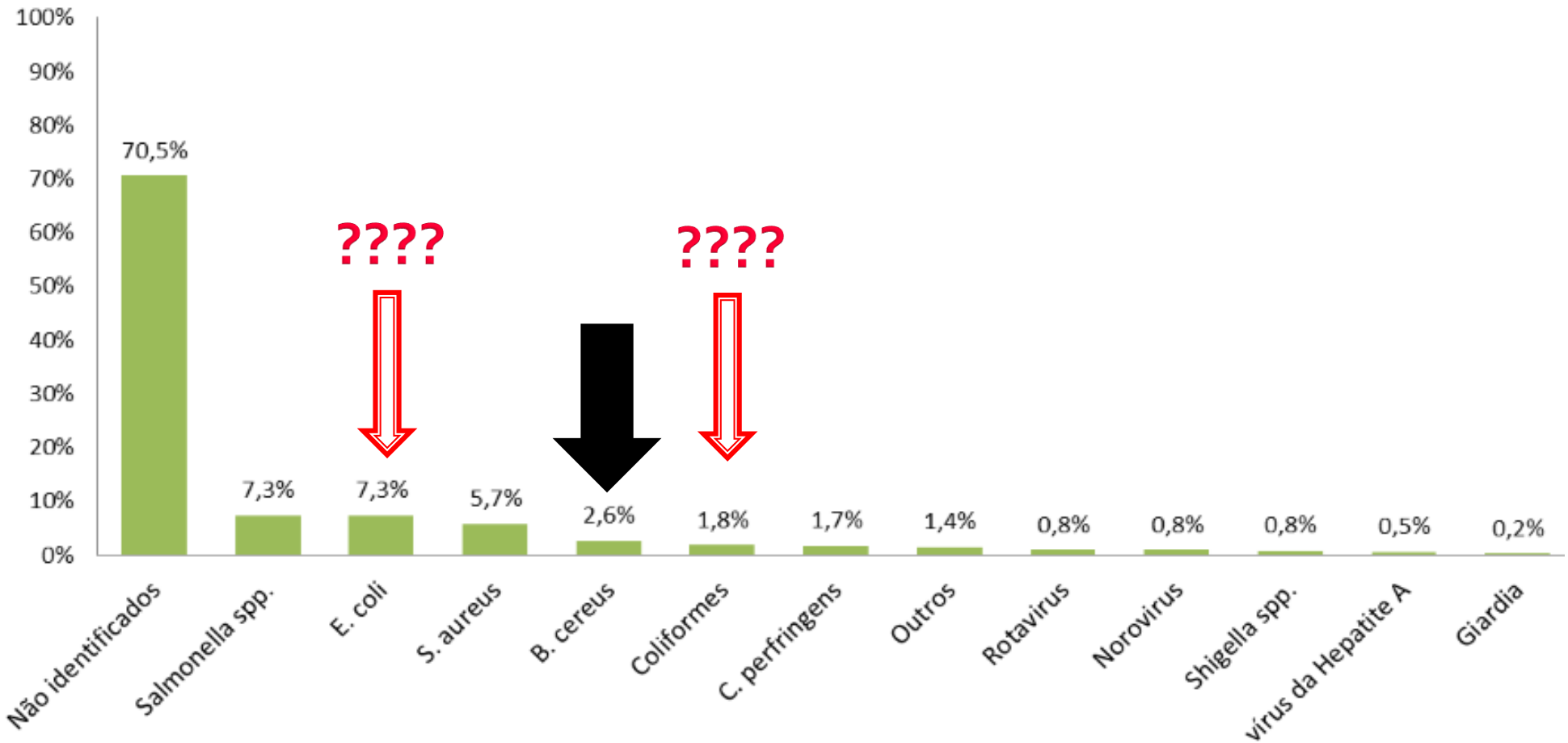
NO= n° surtos; NI = n° de enfermos

# Origem das ETA nos EUA, 2014

| Etiology | Catering or banquet facility | | Restaurant | | Other commercial location | | Hospital or nursing home | | Institutional location | | Private home | | Other private location | | Other location | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI | NO | NI |
| **Bacterial** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Salmonella* | 8 | 339 | 52 | 649 | 5 | 61 | 1 | 15 | 6 | 109 | 27 | 270 | 2 | 36 | 2 | 15 |
| *Campylobacter* | 3 | 87 | 9 | 56 | 5 | 134 | 1 | 19 | –‡ | – | 5 | 24 | – | – | 1 | 4 |
| *Clostridium perfringens* | 5 | 249 | 3 | 50 | – | – | – | – | 1 | 167 | 1 | 40 | – | – | – | – |
| *Escherichia coli*, Shiga toxin-producing | 1 | 57 | 10 | 96 | – | – | – | – | – | – | 7 | 30 | 1 | 4 | – | – |
| *Staphylococcus aureus* enterotoxin | 1 | 141 | 3 | 17 | – | – | – | – | 2 | 252 | – | – | – | – | 1 | 43 |
| *Shigella* | – | – | 7 | 55 | – | – | – | – | 2 | 292 | 1 | 11 | – | – | – | – |
| *Bacillus cereus* | 1 | 4 | 2 | 67 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Listeria monocytogenes* | – | – | 2 | 7 | 1 | 2 | 2 | 4 | – | – | 1 | 2 | – | – | 1 | 35 |
| *Vibrio parahaemolyticus* | – | – | 5 | 18 | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| *Clostridium botulinum* | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | 2 | 5 | 1 | 3 | – | – |
| *Streptococcus*, Group A | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 54 | – | – | – | – | – | – |
| *Escherichia coli*, Enteroaggregative | – | – | – | – | – | – | – | – | 1 | 4 | – | – | – | – | – | – |
| Other | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Subtotal | 19 | 877 | 93 | 1015 | 11 | 197 | 4 | 38 | 13 | 878 | 44 | 382 | 4 | 43 | 5 | 97 |

NO= n° surtos; NI = n° de enfermos

# Surtos ocorridos no Brasil
# 2007 a 2018




Fonte: Ministério da Saúde – Secretaria da Vigilância em Saúde – 2019

# Síndromes

- 2 tipos de síndromes
  - diarréica
  - emética
- Algumas cepas de *B. cereus* podem produzir os 2 tipos de síndrome

# Síndrome diarréica

- Semelhante à gastroenterite por *C. perfringens*

# Síndrome diarréica

- Semelhante a gastroenterite por *C. perfringens*
- + frequente na Europa e América do Norte

# Síndrome diarréica

- Semelhante a gastroenterite por *C. perfringens*
- + frequente na Europa e América do Norte
- Leve

# Síndrome diarréica

- + frequente na Europa e América do Norte
- Leve
- Dose infecciosa
  - $10^5$ - $10^7$ cel ing.

# Síndrome diarréica

- Leve
- Dose infecciosa
  - $10^5$ - $10^7$ cel ing.
- Período de incubação
  - 8 - 16h (média 12h)
  - extremos > 24h

# Síndrome diarréica

- Dose infecciosa
  - $10^5$ - $10^7$ cel ing.
- Período de incubação
  - 8 - 16h (média 12h)
  - extremos > 24h
- Duração dos sintomas
  - 6 - 24h (média 12h)
  - ocasionalmente alguns dias

# Síndrome diarréica

- Duração dos sintomas
  - 6 - 24h (média 12h)
  - ocasionalmente alguns dias
- População suscetível
  - jovens (<19a) e idosos (> 60a)

# Síndrome diarréica

- Agente causal
  - enterotoxinas
  - produzidas "*in vivo*" no intestino delgado durante a fase de esporulação

# Síndrome diarréica

- 3 tipos de enterotoxina já foram identificados
  - Hemolisina BL (hbl)
    - 1993
  - Enterotoxina não hemolítica (Nhe)
    - 1995 - 1996
  - Citotoxina K (CytK)
    - 1998

# Síndrome diarréica

- Sintomas
  - dores abdominais
  - diarreia aquosa
  - náuseas ocasionais

# Síndrome diarréica

- Mecanismo de ação
  - mecanismo preciso ainda não esclarecido
  - liga-se às células epiteliais do intestino delgado
  - rompe membrana epitelial
  - provoca desequilíbrio eletrolítico

# Síndrome diarréica

- Alimentos
  - produtos cárneos
  - sobremesas
  - sopas
  - hortaliças
  - amiláceos
  - leite e produtos de laticínios

# Síndrome emética

- + frequente no Japão

# Síndrome emética

- + frequente no Japão
- + severa e aguda

# Síndrome emética

- + frequente no Japão
- + severa e aguda
- Semelhante à ETA causada por *S. aureus*

# Síndrome emética

- + severa e aguda
- Semelhante à ETA causada por *S. aureus*
- População de *B. cereus* em alimentos envolvidos nestes surtos
  - $10^5$ -$10^8$ UFC/g
    - $10^3$UFC/g (?)

# Síndrome emética

- Semelhante a ETA causada por *S. aureus*
- População de *B. cereus* em alimentos envolvidos em surtos
  - $10^5$ -$10^8$ UFC/g
- Período de incubação
  - 0,5 - 5h

# Síndrome emética

- Período de incubação
  - 0,5 - 5h
- Duração
  - 6 - 24h

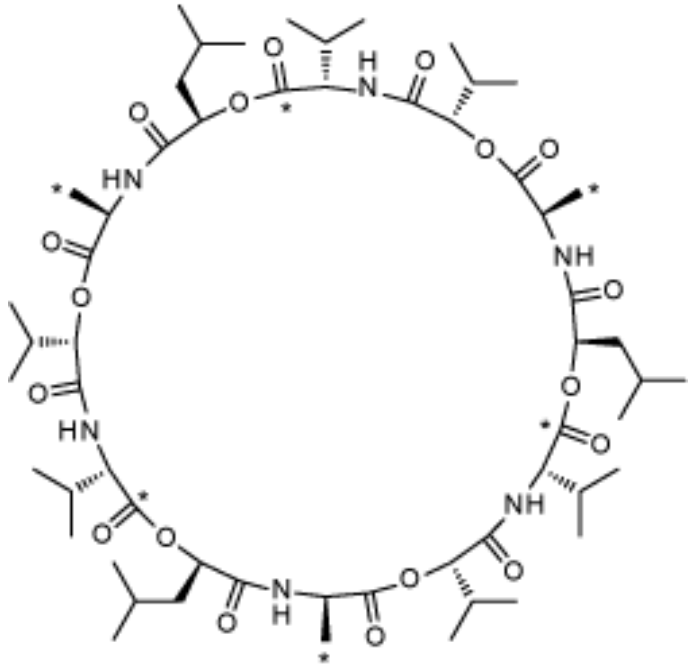
# Síndrome emética

- Período de incubação
  - 0,5 - 5h
- Duração
  - 6 - 24h
- Agente causal
  - toxina emética pré-formada no alimento
    - cereulide

# Síndrome emética

- Características da toxina
  - peptídeo circular - 1,2 kDa
  - Termorresistente
    - 90' @ 121°C

cereulide



# Síndrome emética

- Características da toxina
  - peptídeo circular, 1,2 kDa
  - Termorresistente
    - 90’ @ 121°C
  - Estável em pH 2 - 11

# Síndrome emética

- Características da toxina
  - peptídeo circular, 1,2 kDa
  - Termorresistente
    - 90' @ 121°C
  - Estável em pH 2 - 11
  - Resistente a tripsina, pepsina

# Síndrome emética

- Características da toxina
  - Termorresistente
    - 90' @ 121°C
  - Estável em pH 2 - 11
  - Resistente a tripsina, pepsina
  - Produzida por cél. vegetativa no alimento
    - final da fase exponencial / início da estacionária

# Síndrome emética

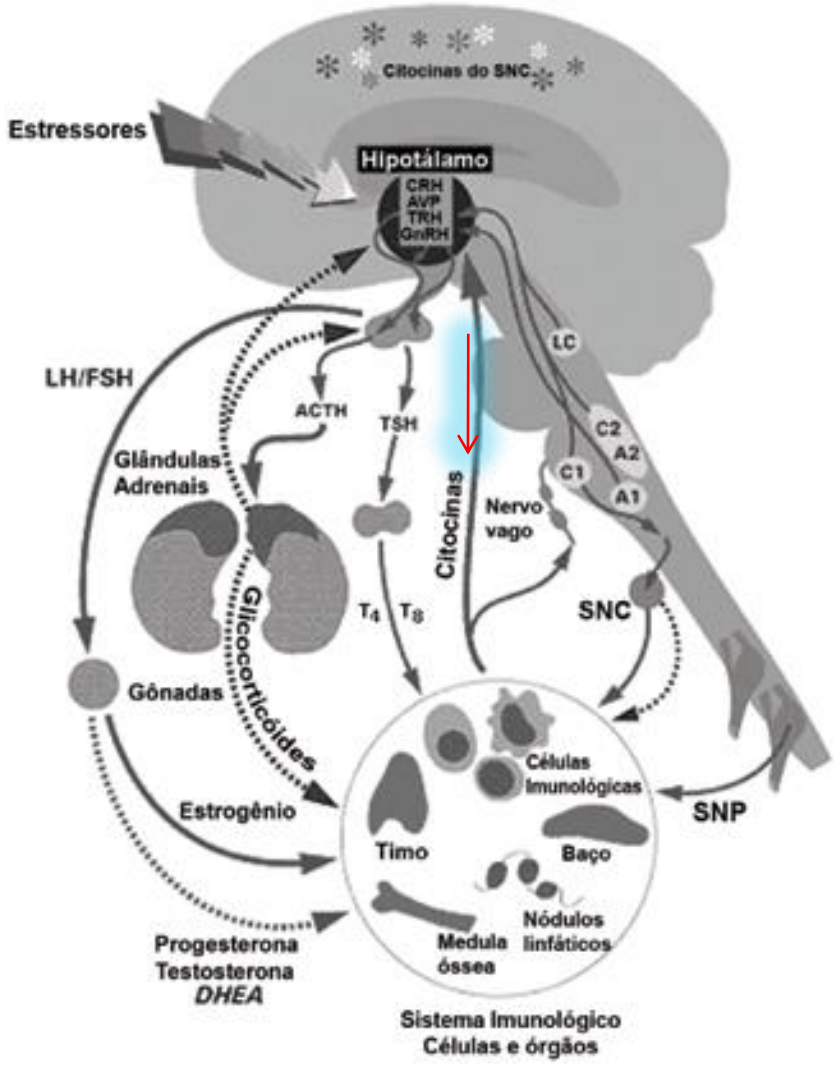
- Características da toxina
  - Estável em pH 2 - 11
  - Resistente a tripsina, pepsina
  - Produzida por cél. vegetativa no alimento
    - final da fase exponencial / início da estacionária
    - Cepa produtora de cereulide pode não ser produtora de Hbl

# Síndrome emética

- Dose necessária de cereulide
  - 10 µg/kg de peso corporal (?)
    - *S. aureus* = 0,1µg/kg
  - 0,01 – 1280 µg/g de alimento envolvido em surto

# Síndrome emética

- Modo de ação
  - indefinido
  - liga-se ao nervo vago
    - Atua na secreção de líquidos
  - estimula centro do vômito




sinais entre as células durante o desencadeamento das respostas imunes
Nervo vago= controla os movimentos do intestino, dos músculos e da boca

# Síndrome emética

- Sintomas
  - náusea, vômitos, mal-estar
  - algumas vezes com diarreia
    - enterotoxina também presente?

# Síndrome emética

- Alimentos
  - arroz frito ou cozido
  - massas em geral
  - brotos de vegetais

# Medidas preventivas e de controle



- Controle da germinação dos esporos

# Medidas preventivas e de controle



- Controle da germinação dos esporos
- Prevenção da multiplicação das células vegetativas em alimentos cozidos e RTE
  - Manutenção da temperatura < 5°C ou > 60°C

# Medidas preventivas e de controle

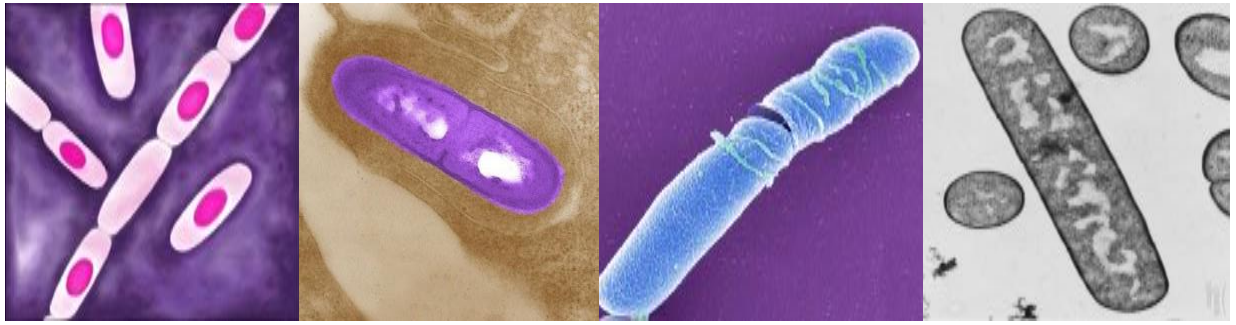


- Prevenção da multiplicação das células vegetativas em alimentos cozidos e RTE
  - Manutenção da temperatura < 5ºC ou > 60ºC

- Destruição total do micro-organismo ocorre:
  - Tratamento térmico adequado
  - Irradiação
  - Alta pressão

# Muito obrigado!

"*Bacillus cereus* é uma bactéria equivalente a uma personalidade bipolar. Dependendo da cepa, poderá causar qualquer uma das duas síndromes – a emética com início rápido, ou um início mais lento atacando o intestino"



*Agradecimentos especiais para Hans Fröder*