Os Microrganismos e os Alimentos

Co-financiado por:

iQA
inovar para a qualidade alimentar

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

Equal
"de igual para igual"

Objectivos Gerais

- Conhecer os diferentes tipos de perigos;

- Reconhecer a importância dos factores ambientais e outros, na ocorrência dos riscos para a higiene e segurança alimentar.

Índice

1. Microrganismos. O que são? 2
2. Crescimento microbiano 3
3. Factores que afectam o crescimento dos microrganismos 5
   - 3.1 Factores intrínsecos 5
     - 3.1.1 Nutrientes 5
     - 3.1.2 pH 6
     - 3.1.3 Água disponível 8
     - 3.1.4 Oxigénio disponível 9
     - 3.1.5 Outros factores 9
   - 3.2 Factores extrínsecos 9
     - 3.2.1 Temperatura 10
     - 3.2.2 Humidade Relativa 12
     - 3.2.3 Oxigénio (Atmosfera) 12
   - 3.3 Outros factores 12
4. Princípais grupos de microrganismos 14
   - 4.1 Bactérias 14
   - 4.2 Bolores e leveduras 15
5. Os microrganismos e os alimentos 17
   - 5.1 Solo 17
   - 5.2 Água 17
   - 5.3 Ar 19
   - 5.4 Alimentos 19
   - 5.5 Manipuladores 20
   - 5.6 Utensílios e equipamentos 20
   - 5.7 Contaminação cruzada 21
6. Riscos e Perigos 22
7. Bibliografia 25

Os Microrganismos e os Alimentos

Os microrganismos têm grande importância e impacto na nossa vida, nem sempre de uma forma que nos agrada. São fundamentais na obtenção de alguns produtos alimentares, mas são também os principais responsáveis pela deterioração de grande parte dos alimentos e culturas. Além disso, têm um papel muito importante no envenenamento de origem alimentar, sendo os principais causadores dos surtos e casos referenciados. Existem vários factores que influenciam o crescimento dos microrganismos nos alimentos e, se nem todos têm a mesma importância relativamente ao seu efeito no crescimento microbiano, todos eles devem ser tidos em conta quando se trata de prevenir a ocorrência de toxinfecções de origem alimentar. Existem diversos tipos de microrganismos com diferentes formas e estruturas mais ou menos complexas. Bactérias, bolores e leveduras são, de entre todos, aqueles que geralmente mais impacto têm na deterioração alimentar. No que diz respeito a doenças de origem alimentar, as bactérias são, sem dúvida, os principais agentes. Diversos factores contribuem para a presença destes microrganismos nos alimentos, sendo que a presença endógena e as contaminações cruzadas são os factores mais frequentemente apontados como "fontes" de microrganismos para os alimentos. Se à contaminação se juntar nutrientes (existentes em todos os alimentos), tempo e temperaturas de armazenagem inadequados, existem todas as condições para que os microrganismos possam crescer e permanecer nos alimentos causando com a sua ingestão, ou com a ingestão das suas toxinas, os sintomas característicos dos diversos tipos de toxinfecção de origem alimentar. No entanto, e conforme referido no capítulo "Custos e Implicações das Falhas na Higiene e Segurança Alimentar", os microrganismos não são os únicos responsáveis pelas doenças de origem alimentar nem os únicos perigos. Substâncias químicas (dioxinas, chumbo, insecticidas, etc.), substâncias físicas (pedaços de vidro, de metal, ossos, etc.), assim como componentes em excesso (sal, gorduras, etc.) também constituem perigos para o consumidor.

1 Microrganismos. O que são?

Já todos nós ouvimos falar de microrganismos ou, utilizando um termo mais comum, micróbios. Mas afinal, o que são?

Estes dois termos aplicam-se a **todos os seres vivos cuja visualização não é possível efectuar a olho nu**, ou seja, torna-se necessária a utilização de equipamento especial para que estes seres possam ser vistos pelo Homem. Esse instrumento é o microscópio. Este não é mais do que um conjunto mais ou menos complexo de lentes que nos permite observar objectos cujo tamanho é da ordem do micrómetro (1 µm = 0, 001 mm = 0,0 001 cm = 0, 000 001 m). Com este equipamento, é assim possível obter imagens ampliadas dos objectos observados (Figura 1).

E o que é um ser vivo? Sob o ponto de vista da biologia, um ser vivo é todo aquele que apresenta as seguintes funções:

- Tem constituição celular;
- Cresce e desenvolve-se;
- Responde a estímulos do meio;
- Reproduz-se (à excepção de certos seres vivos como a mula).

A **célula** é a unidade estrutural e funcional dos organismos vivos. Representa a menor porção de matéria viva dotada da capacidade de auto-duplicação independente.

Assim, existem seres vivos constituídos por uma única célula – unicelulares – como é o caso das leveduras e das bactérias, e existem outros que são constituídos por biliões de células – multicelulares – como é o caso do Ser Humano.

De uma forma geral, os microrganismos possuem grande importância na nossa vida. Dificilmente podemos dissociar alguns dos gestos/ hábitos diários à ausência dos microrganismos. Às refeições ingerimos alimentos nos quais os microrganismos têm ou tiveram uma acção fundamental – iogurte, queijo, pão, etc.; bebidas que sem a acção dos microrganismos não existiriam – cerveja, vinho, cacau, etc. Depois necessitamos de medicamentos, de suplementos alimentares, de detergentes ... e em todos estes produtos de utilização diária existe a acção directa ou indirecta dos microrganismos. São fundamentais para o bom funcionamento do aparelho digestivo do Homem, sendo responsáveis pelas fermentações que aí acontecem e responsáveis por aí produzirem algumas das vitaminas essenciais ao nosso organismo. Mas eles não existem apenas para nos facilitar a vida. São eles os responsáveis por muitas das nossas doenças (por exemplo, a cárie dentária é devida à presença de microrganismos na cavidade oral). Doenças de origem alimentar são, na sua maioria, de origem microbiana. São ainda os

principais responsáveis pela deterioração de alimentos e produtos alimentares. Quantas vezes não vamos dar com um pedaço de carne, ou sobras de uma refeição estragada mesmo quando guardada no frigorífico?

A que se deve tal alteração?

Que factores contribuem para que tal possa acontecer?

Para responder a estas perguntas convém conhecer um pouco sobre o crescimento microbiano e sobre os factores que podem influenciar esse crescimento.

2 Crescimento microbiano

Quando se fala em crescimento microbiano, subentende-se que se trata do aumento do número de células.
A velocidade de crescimento será maior quando todas as condições estão optimizadas e qualquer alteração dessas condições óptimas reflecte-se na velocidade de crescimento (Figura 2). Maior velocidade de crescimento num determinado alimento significa maior gasto de nutrientes, o que por sua vez implica maiores alterações. Torna-se assim evidente que, de uma forma geral, a deterioração alimentar está em parte relacionada com o crescimento microbiano e com os efeitos sobre os alimentos. No entanto, os microrganismos não se limitam a utilizar (consumir) os nutrientes presentes nos produtos alimentares. Aí eles vão produzir e modificar os compostos presentes, resultando alterações que dão indicação de deterioração. A presença de mucosidade, de cheiros, aromas e sabores anormais, são algumas das consequências do crescimento microbiano nos alimentos. Os microrganismos responsáveis por estas alterações são globalmente designados microrganismos de alteração ou de deterioração.

Figura 1. Tamanhos relativos de alguns espécimes microscópicos. (1 µm = 1000 nm) Adaptado de: Prescott, et al (2004)

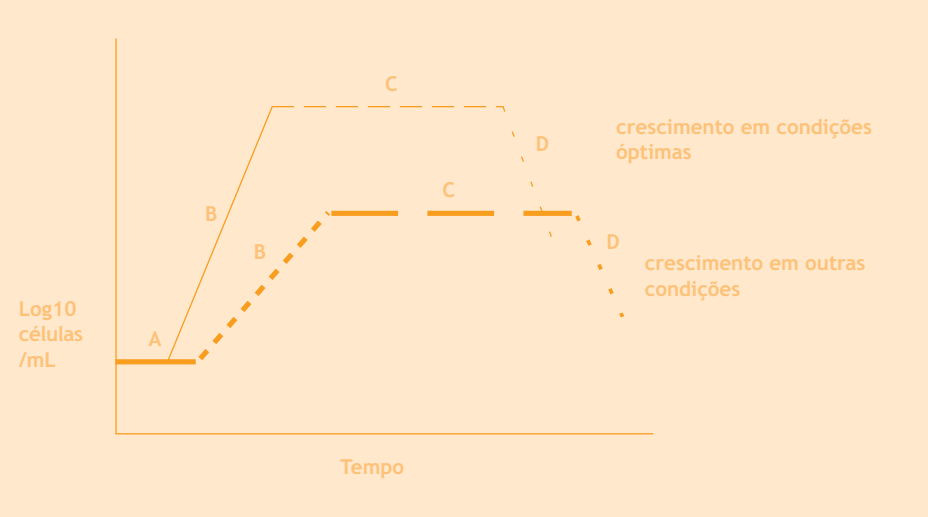

Figura 2. Fases do crescimento microbiano em meio líquido. A – Fase de Adaptação; B- Fase Logarítmica; C- Fase Estacionária; D- Fase de Morte

3 Factores que afectam o crescimento dos microrganismos

Todos os microrganismos, tal como todos os seres vivos, necessitam de um conjunto de factores que lhes permitam crescer/viver num determinado meio ambiente. Estes factores são, obviamente, diferentes de microrganismo para microrganismo. Assim, de uma forma geral, as bactérias requerem ambientes diferentes das leveduras e estas requerem ambientes diferentes dos bolores, etc. Dentro de cada um destes grupos existem ainda diferenças de espécie para espécie. Os diversos factores que influenciam o crescimento dos microrganismos nos alimentos são geralmente designados como **factores intrínsecos** e **factores extrínsecos**. Os primeiros correspondem às características físico-químicas do próprio alimento enquanto que os segundos correspondem às condições de armazenamento e ambientais. Além destes, existem outros factores que têm a ver com as características dos próprios microrganismos e que são designados factores implícitos. Estes diversos factores vão exercer uma selecção sobre a flora microbiana inicial beneficiando, desse modo, umas espécies em detrimento de outras. A manipulação destes factores permite assim, obter produtos com maior tempo de vida e produtos com qualidade microbiológica superior.

3.1 Factores intrínsecos

Designam-se por factores intrínsecos todos os que dizem respeito às características físico- químicas dos alimentos.

Tal como foi referido anteriormente, estes factores têm uma acção preponderante sobre o crescimento dos microrganismos, pois quase todos os alimentos constituem para a maioria dos microrganismos um meio mais ou menos favorável ao seu crescimento. Assim, o tipo de nutrientes presentes, o pH, a disponibilidade de água e a disponibilidade de oxigénio são os factores intrínsecos que, de uma forma geral, mais influência têm no crescimento dos microrganismos nos alimentos.

3.1.1 Nutrientes

O maior ou menor conteúdo em proteínas, em açúcares e outros nutrientes, vai determinar qual o tipo de microrganismos capazes de, preferencialmente, crescer nesse alimento. A presença de vitaminas, aminoácidos, etc., vai permitir o crescimento de alguns dos microrganismos mais exigentes a nível nutricional. De uma forma geral, os bolores constituem o grupo de microrganismos nutricionalmente menos exigentes, seguido pelas leveduras e estas pelas bactérias.

3.1.2 pH

O pH é uma medida da acidez de um alimento (ou outro produto) que varia numa escala de 1 a 14. São consideradas:

Ácidas
as substâncias com pH entre 1 e 6 (por exemplo: limão, vinagre, maioria dos frutos);
Neutras
as substâncias com pH próximo de 7 (por exemplo: água pura);
Alcalinas ou Básicas
as substâncias com pH entre 8 e 14 (por exemplo: detergentes, sabões, soda cáustica).

O pH varia com a quantidade de compostos ácidos e básicos existentes no meio. Consequentemente, quanto maior for a quantidade de substâncias ácidas presentes num alimento, menor será o pH e mais ácido esse alimento é.
É bem conhecida e utilizada, empiricamente, a acção que este factor tem no crescimento dos microrganismos nos alimentos. A acidificação tem sido largamente utilizada na indústria alimentar, e mesmo a nível caseiro, como um método capaz de aumentar o tempo de vida dos alimentos. A produção de pickles e outros vegetais acidificados baseia-se, fundamentalmente, na inibição do crescimento microbiano devido à utilização de pH baixo.
Na microbiologia alimentar, é bem conhecido e sabido que o desenvolvimento de um determinado microrganismo apenas ocorre dentro de uma determinada faixa de pH (Tabela I). Assim, com esse conhecimento, e com o conhecimento do pH aproximado dos diversos tipos de produtos (Tabela II), torna-se possível prever quais os microrganismos que poderão estar presentes num determinado alimento.

Convém referir que o pH afecta não só o crescimento dos microrganismos nos alimentos, mas também a sua taxa de sobrevivência durante o armazenamento e os diversos tratamentos de conservação.

Tabela I - Faixa de pH para o crescimento de alguns microrganismos

Microrganismos	pH mínimo	pH óptimo	pH máximo
Bolores	1,5 a 3,5	4,5 a 6,8	8 a 11
Leveduras	1,5 a 3,5	4 a 6,5	8 a 8,5
Bactérias (maioria)	4,5 a 5,5	6,5 a 7,5	8,5 a 9
Bactérias lácticas	3 a 5	5,5 a 6,5	6,5 a 8

Dados de : Jay, J.M., 1996

Tabela II - Valores aproximados de pH de alguns produtos alimentares

Produtos	pH	Produtos	pH
Claras de ovo	7,5 a 9,0	Milho	7,0 a 7,5
Gema de ovo	6,1	Batatas	5,3 a 5,6
Crustáceos	6,8 a 8,2	Cenouras	5,2 a 6,2
Peixes (maioria)	6,3 a 6,8	Cebolas	5,3 a 5,8
Leite fresco	6,3 a 6,5	Tomates	4,2 a 5,8
Manteiga	6,1 a 6,4	Laranjas	3,6 a 4,3
Frango	6,2 a 6,4	Uvas	3,4 a 4,5
Porco	5,3 a 6,4	Maçãs	2,9 a 3,3
Vaca	5,1 a 6,2	Limões	1,8 a 2,4

Dados de : Jay, J.M., 1996

3.1.3 Água disponível

A água é um bem essencial à vida tal como a conhecemos. Não se conhece nenhum ser vivo que dela não dependa, havendo, no entanto, diversos graus de tolerância à sua maior ou menor disponibilidade.

O teor de água de um alimento é, assim, um dos principais factores que determina a facilidade com que determinado microrganismo pode crescer nele e, consequentemente, deteriorá-lo. Na verdade, o desenvolvimento dos microrganismos nos produtos alimentares é, em grande parte, determinado pela água disponível no alimento. Desta forma, desde bem cedo que o Homem tem utilizado métodos que, reduzindo a quantidade de água disponível, aumentam o tempo de vida e a estabilidade microbiológica dos alimentos. A secagem, a salga e a adição de açúcar, são métodos ancestrais de preservação alimentar cujo princípio básico reside na diminuição da água disponível. Quanto maior for a quantidade de açúcar ou de sal, menor será a água disponível e menor será a possibilidade de crescimento microbiano.

Tal como acontece com outros factores, também no que diz respeito à água disponível, as exigências mínimas para cada microrganismo são diferentes. De uma forma geral, os bolores e as leveduras suportam ambientes com menos água disponível do que a maioria das bactérias.
É de notar que, apesar do crescimento microbiano num determinado alimento não ser possível, isso não significa que os microrganismos não estejam presentes. Um grande número de microrganismos é capaz de se manter num estado latente nos alimentos cuja quantidade de água seja baixa e que após rehidratação podem retomar a capacidade de crescerem. Neste caso, alimentos como o açúcar, o sal e a farinha constituem excelentes fontes de microrganismos contaminantes durante a preparação de outros alimentos.

3.1.4 Oxigénio disponível

O teor do oxigénio no meio ambiente tem também influência no tipo de microrganismos que podem crescer em determinado alimento e na velocidade a que se multiplicam.
A utilização de embalagens impermeáveis ao ar tem como consequência uma diminuição do oxigénio disponível dos alimentos. Actos vulgarmente utilizados na manipulação e/ou processamento de alimentos, de alguma forma acabam por ter influência na disponibilidade do oxigénio. Por exemplo: a fervura faz com que o oxigénio dissolvido se perca, já o acto de picar ou moer carne causa um aumento na concentração de oxigénio no alimento.

3.1.5 Outros factores

Além dos factores intrínsecos referidos, existem outros que, de uma forma mais ou menos eficiente, têm influência no crescimento dos microrganismos nos alimentos.
A presença de estruturas biológicas (casca, pele, tegumentos, conchas, etc.), não impedindo, de uma forma geral, a entrada dos microrganismos nos alimentos, acaba por, se intactas, dificultar a infecção mais profunda. É claro que a situação muda quando, durante a colheita/abate, transporte, armazenagem ou processamento, estas estruturas sofrem danos.

A estabilidade microbiológica de alguns alimentos depende da presença de algumas substâncias naturais que se encontram nesses produtos. É bem conhecida a acção que a presença de alho tem no crescimento microbiano. Este possui uma substância (alicina) capaz de inibir o crescimento de algumas bactérias deterioradoras (utilização de alho - vinha-d'alho - na preservação de carne). O mesmo acontece com outros produtos (lisosima na clara do ovo; lactoferrina no leite; eugenol no cravinho da índia – usado pelos dentistas; etc.).

3.2 Factores extrínsecos

Designam-se por factores extrínsecos todos os que dizem respeito às condições de armazenagem dos alimentos e às condições ambientais.

Tal como os factores intrínsecos, também estes têm uma grande importância na preservação dos alimentos. De facto, são aqueles que, de uma forma geral, mais manipulamos e controlamos no dia-a-dia: temperatura, humidade e oxigénio.

3.2.1 Temperatura

A temperatura constitui um dos factores com mais relevância no crescimento dos microrganismos. Se pensarmos em Segurança Alimentar, este acaba por ser definitivamente o mais importante de todos os factores. Não é por acaso que, no que diz respeito às toxinfecções de origem alimentar, a utilização de temperaturas de risco na conservação de alimentos/ refeições, assim como a utilização de temperaturas inadequadas durante a preparação/ processamento dos mesmos (subprocessamento) sejam apontadas como as principais causas pela ocorrência de toxinfecções.

Tal como acontece com os restantes factores, todos os microrganismos necessitam de uma determinada temperatura para se desenvolverem à sua velocidade máxima, essa é designada temperatura óptima ou ideal. Frequentemente, os microrganismos são agrupados ou classificados quanto à temperatura óptima de crescimento:

Termófilos
são aqueles cuja temperatura óptima (ideal) se situa entre 40 ºC e 65ºC;
Mesófilos
são microrganismos que preferem temperaturas médias. A temperatura óptima (ideal) situa-se entre 20 ºC e 40ºC;
Psicrófilos
são aqueles que crescem bem a 0 ºC, sendo que a sua temperatura óptima de crescimento situa-se nos 15ºC ou abaixo dessa temperatura;
Psicotróficos
são microrganismos que crescem bem a temperaturas entre 0 ºC e 7 ºC mas cuja temperatura ideal é entre 20 ºC e 30 ºC.

Se a temperatura a que os microrganismos são expostos baixa ou aumenta, relativamente à temperatura óptima, o crescimento será mais lento. A temperaturas abaixo do valor mínimo ou acima do valor máximo, o crescimento pára, mas nem sempre a morte dos microrganismos acontece. Enquanto que, de uma forma geral, temperaturas muito elevadas (as utilizadas na cozedura de alimentos) permitem destruir grande parte dos microrganismos, o mesmo não acontece com as temperaturas baixas. A congelação não causa a destruição dos microrganismos, apenas os mantêm num estado inactivo (Figura 3). A posterior descongelação vai permitir que eles possam eventualmente desenvolver-se. A utilização correcta de temperaturas durante a manutenção de alimentos e produtos alimentares é assim fundamental para a sua preservação e maior longevidade.

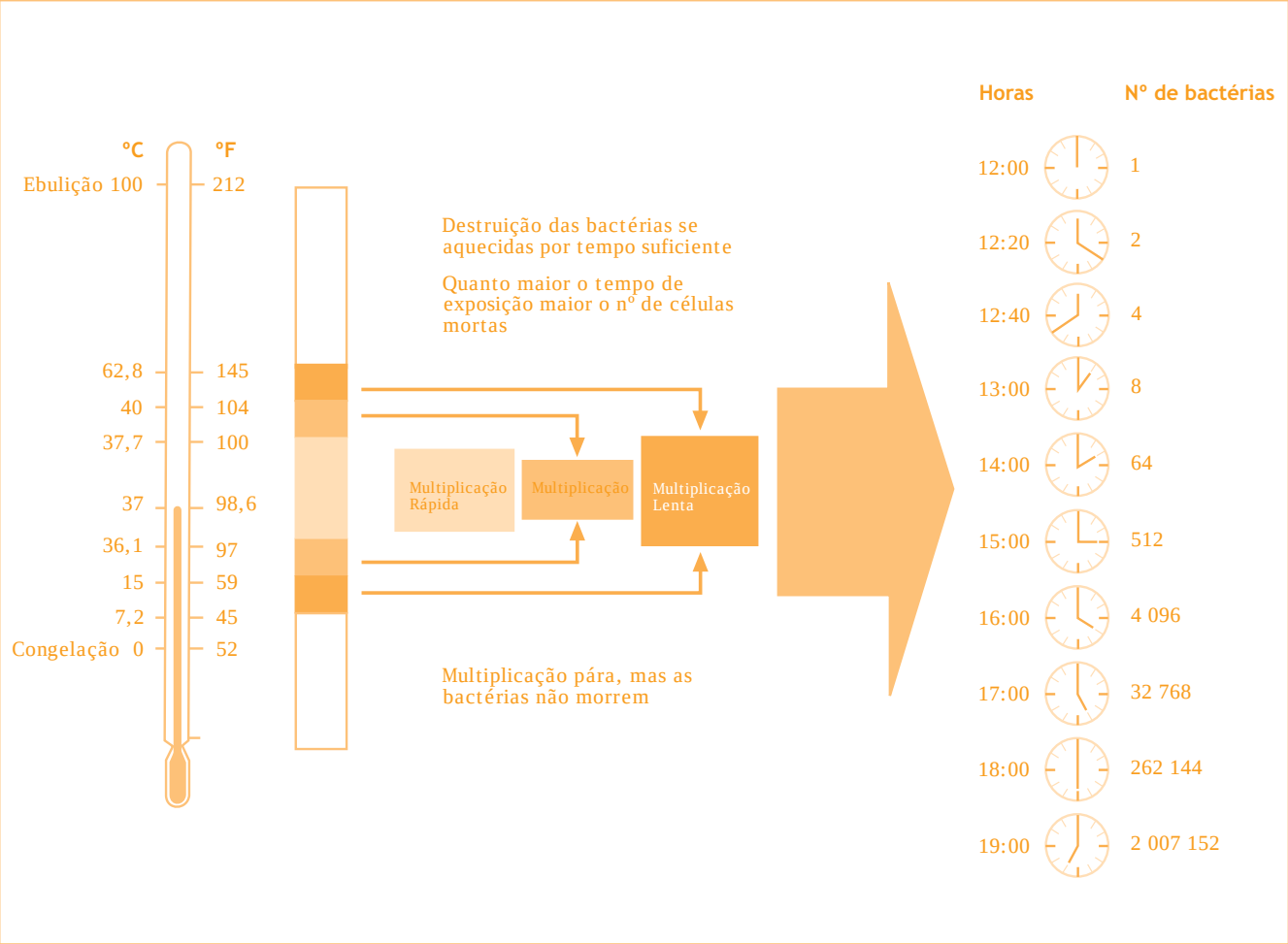

Figura 3. Representação esquemática do efeito da temperatura e tempo no crescimento microbiano. Temperaturas de segurança e de perigo para produtos alimentares.
Adaptado de: Jay, J., 1996.

O calor mata os microrganismos mas o frio apenas inibe ou retarda o seu crescimento.

3.2.2 Humidade relativa

Uma humidade relativa muito elevada favorece o crescimento dos microrganismos, especialmente daqueles que se encontram na superfície. A desidratação/ secagem têm sido utilizadas desde há muito como técnicas que permitem a manutenção de alimentos durante longos períodos de tempo. No entanto, a sua armazenagem deve ser efectuada em condições de baixa humidade relativa; caso contrário, a humidade (água) existente na atmosfera envolvente, mais tarde ou mais cedo, acabará por aumentar a quantidade de água no alimento, aumentando dessa forma o risco de proliferação microbiana.

3.2.3 Oxigénio (Atmosfera)

O oxigénio é, para muitos organismos, fundamental para a sua sobrevivência. No entanto, existem outros organismos que não toleram a sua presença e que podem mesmo morrer se expostos a ele durante algum tempo. Os primeiros organismos são designados **aeróbios** enquanto que os segundos são designados **anaeróbios**. Entre estes dois extremos existem outros organismos que são capazes de crescer na ausência ou na presença de oxigénio; alguns que crescem melhor se estiver presente uma maior concentração de dióxido de carbono, etc. O conhecimento de que a modificação da atmosfera envolvente tem efeitos negativos em alguns microrganismos e positivos noutros, levou desde há alguns anos à utilização de embalagens de atmosfera modificada, atmosfera controlada ou embalagem em vácuo, para manter produtos frescos, sendo actualmente vulgar encontrar produtos frescos (carnes, vegetais, etc.) em embalagens com a indicação "atmosfera modificada". Estas técnicas, se aliadas à refrigeração, têm um efeito positivo no aumento do tempo de vida dos alimentos retardando a proliferação dos microrganismos.

3.3 Outros factores

São várias as formas possíveis para evitar ou diminuir o crescimento microbiano nos alimentos. No entanto, qual é o processo mais eficaz? Se a manipulação de alguns dos factores não traz grandes complicações, existem outros factores que nem sempre são possíveis de manipular (pelo menos sem alterar profundamente os produtos alimentares). De uma forma geral, **nunca ou quase nunca, os microrganismos presentes num determinado alimento ficam sujeitos à "pressão" de selecção de um único factor**. Assim, um determinado alimento pode ter um

pH médio, mas pode ter uma disponibilidade de água baixa e estar embalado em vácuo e refrigerado. Se existem microrganismos presentes capazes de crescer facilmente no valor de pH, provavelmente não serão capazes de o fazer na quantidade de água presente, ou na concentração de oxigénio presente, ou na temperatura de armazenagem utilizada. Existe, assim, uma acção conjunta de vários factores que, em simultâneo, vão exercer uma acção de selecção sobre os microrganismos presentes. A esta acção conjunta foi chamada "Efeito de Barreira" ou no original "Hurdle Concept", podendo ser comparado a uma corrida de obstáculos onde nem todos os "atletas" são capazes de ultrapassar todos os obstáculos presentes (Figura 4).

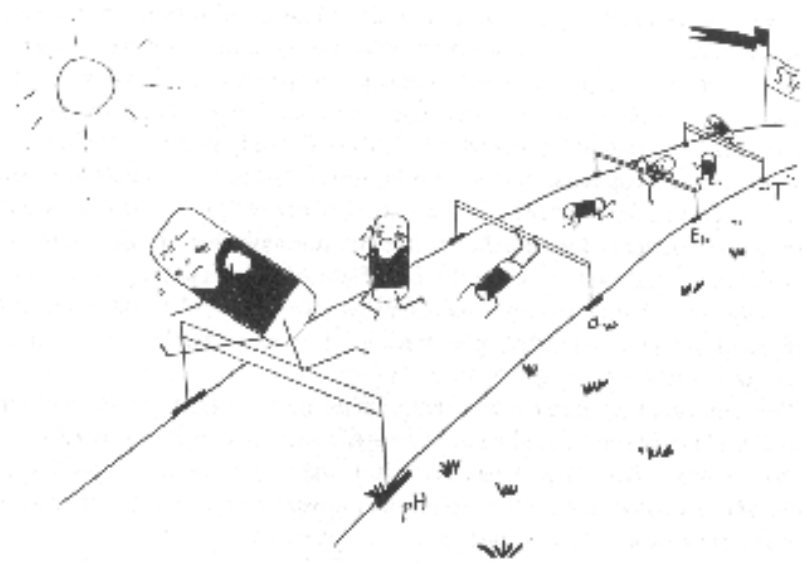

Figura 4. Representação esquemática do "Efeito de Barreira" na preservação alimentar. Cada factor (pH, T, etc.) constitui uma barreira para os microrganismos. Apenas um reduzido nº de microrganismos será capaz de ultrapassar todas as barreiras.
Adaptado de: Adams, M.R. and Moss, N.O., 1995.

4 Principais grupos de microrganismos

Já anteriormente se abordou e definiu o conceito de microrganismo. Pretende-se, agora, definir e caracterizar os principais grupos de microrganismos, em especial aqueles que têm maior importância no que diz respeito à Higiene e Segurança Alimentar: Bactérias, Bolores e Leveduras.

4.1 Bactérias

Entre todos os tipos de microrganismos que intervêm na alimentação, as bactérias formam o grupo mais importante, quer pela diversidade, quer pela maior frequência das suas acções. Em condições favoráveis, são capazes de se multiplicar rapidamente à custa dos nutrientes dos alimentos, alterando-os ou simplesmente aí permanecendo e, por vezes, causando toxinfecções. São organismos unicelulares, que podem apresentar várias formas (Figura 5). As formas mais comuns são:

Forma esférica: chamados cocos
Forma cilíndrica: chamados bacilos
Forma espiralada: chamada espirilos

Figura 5. Três principais formas de bactérias: cocos, bacilos e espirilos - representação esquemática.

Relativamente à reprodução, as bactérias reproduzem-se por fissão binária, ocorrendo a separação em duas células iguais.
Algumas bactérias (Clostridium, Bacillus) são capazes de, em determinadas situações, formarem estruturas resistentes às temperaturas normalmente utilizadas na cozedura e aos tratamentos de conservação dos alimentos. Estas estruturas são os esporos – endosporos – e são formados quando as células se encontram em situações de crescimento desfavorável (falta de nutriente, etc.). Representam a estrutura de resistência mais eficaz conhecida entre os seres vivos – esporos de Bacillus cereus são capazes de resistir mais de uma hora em água a ferver. Uma vez postas as condições favoráveis ao crescimento, os esporos germinam e formam células iguais às que originaram o esporo.

4.2 Bolores e leveduras

Bolores e leveduras são microrganismos que, apesar de geralmente se apresentarem com aspectos bem diferentes, pertencem ao mesmo grande grupo taxonómico – fungos.
Pertencem ainda a este reino os cogumelos.
São organismos muito importantes relativamente à sua acção nos alimentos pois, além de alguns poderem produzir toxinas (micotoxinas), têm uma elevada capacidade de decompor a maioria dos alimentos. No entanto, a sua acção também traz para o Homem alguns benefícios. São fundamentais na produção de alguns alimentos (pão, cerveja), na qualidade de alguns alimentos (queijos Roquefort, Gorgonzola, Stilton, Camembert e Brie) e alguns são comestíveis (cogumelos) (Figura 6).

No que diz respeito à estrutura, os bolores são caracterizados por apresentarem um aspecto mais ou menos filamentoso (Figura 7).

As leveduras ou fungos leveduriformes são microrganismos unicelulares de forma mais ou menos esférica. Apesar de não ser conhecida nenhuma espécie de levedura responsável por casos de toxinfecção alimentar, a sua proliferação nos alimentos pode levar à sua degradação.
São microrganismos utilizados desde a antiguidade (ainda não se sabia da sua existência!!!) no fabrico de diversos produtos alimentares (pão, cerveja).

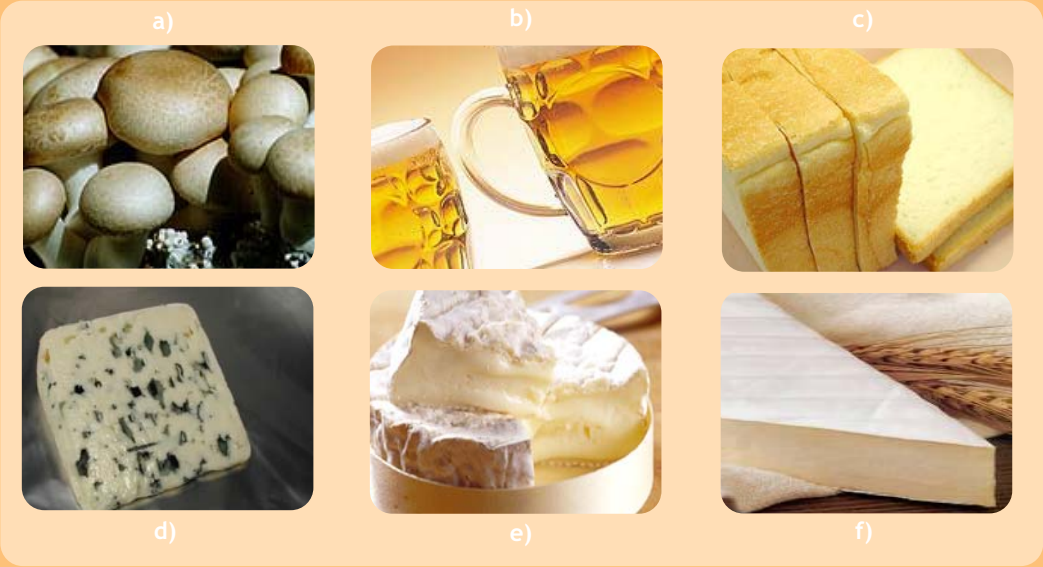

Figura 6. Algumas das utilizações dos fungos. **a)** Alguns cogumelos comestíveis; **b)** cerveja; **c)** pão; **d)** queijo roquefort com bolor azul; **e)** e **f)** queijos camembert e brie (respectivamente) com bolor branco.

Figura 7. Fotografias mostrando bolores em alimentos. Notar as diferentes colorações devidas aos esporos produzidos.

5 Os microrganismos e os alimentos

Os microrganismos podem ter, como já anteriormente foi referido, vários efeitos nos alimentos. Também já foram vistos quais os principais factores que vão afectar o crescimento dos microrganismos nos alimentos, mas qual será a sua origem? Como é que os microrganismos "aparecem" nos alimentos?

São várias as origens dos microrganismos presentes nos alimentos: ar, solo, água, manipuladores, utensílios, equipamentos e, como é óbvio, os próprios produtos ou as matérias- primas utilizadas na sua confecção.

O ar, a água, o solo e os próprios alimentos contribuem com as suas microfloras naturais. Cada um destes ambientes apresenta microfloras de composição diversa, quer em quantidade, quer em diversidade, mas que muitas vezes estão interligadas entre si.

5.1 Solo

O solo é só por si um ambiente com diversos microambientes (solos arenosos e secos têm uma microflora diferente dos solos húmidos e férteis). É uma importante fonte de bactérias formadoras de esporos (Bacillus, Clostridium), de fungos e de leveduras. Quando a fertilização dos solos é efectuada utilizando dejectos de animais (estrumes), à flora natural são adicionados microrganismos de origem fecal (presentes no intestino de animais de sangue quente) – coliformes, salmonellas, enterococos, etc. Estes microrganismos facilmente passam para os produtos aí cultivados, especialmente raízes, tubérculos e legumes rasteiros. Por outro lado, o pó levantado quer pelo vento, quer pela água da chuva ou rega, acaba por transportar microrganismos do solo e contaminar os frutos e outros legumes. A disseminação dos microrganismos do solo é ainda efectuada através dos animais (aderem às patas, pêlos, penas, etc.), insectos, etc.

5.2 Água

As águas apresentam uma microflora cuja composição reflecte a sua origem e o seu nível de poluição.
Sob o ponto de vista da saúde pública, a presença de microrganismos de origem fecal tem uma atenção particular, pois a presença destes pode ser indicadora da presença de microrganismos patogénicos que, através desta fonte, facilmente se propagam a outros alimentos. Daí a importância da utilização de água de boa qualidade microbiológica, não só na lavagem ou preparação de alimentos ou bebidas, mas também na lavagem dos utensílios utilizados para preparar e/ou manter os alimentos. De facto, segundo alguns autores, uma das

principais fontes de contaminação de alimentos cozinhados e mantidos em gelo (por exemplo, mariscos), é o próprio gelo, devido à má qualidade da água utilizada na sua preparação.

De modo a evitar o risco de contaminação dos alimentos com microrganismos provenientes da água, basta utilizar água de boa qualidade microbiológica:

- Na lavagem de alimentos;
- Na preparação de alimentos e bebidas;
- Na preparação de gelo ou água gelada para arrefecer/ conservar alimentos.

Tabela III - Efeito da lavagem na flora de produtos vegetais

Tipo de produto		Nº microrganismos
Tomate	Não lavado	>1 000 000 / cm ^{2}
	Lavado	400 - 700 / cm ^{2}
Couve	Folhas exteriores não lavadas	1 000 000 - 2 000 000 / g
	Folhas exteriores lavadas	200 000 - 500 000 / g
	Folhas interiores	100 - 10 000 / g

Dados de: Jay, J.M., 1996 e Lacasse, D.. 1995.

5.3 Ar

O ar, ao contrário do que se possa pensar, não é uma fonte directa de microrganismos. É, no entanto, um excelente veículo de microrganismos de outras fontes. A composição do ar não permite o desenvolvimento dos microrganismos, pois nele não encontram os nutrientes necessários. Encontram-se então, no ar, os microrganismos provenientes do ambiente envolvente. Não é difícil de prever que os microrganismos que se encontram no ar de uma cozinha serão diferentes dos que se encontram num gabinete de qualquer empresa. Algumas actividades e gestos efectuados pelo Homem são os principais responsáveis pela "introdução" de microrganismos no ar. Gestos tão comuns como um simples abanar da cabeça – especialmente com os cabelos compridos e soltos – espirrar ou tossir, transferem para o ar muitos dos microrganismos que fazem parte da flora humana. Actividades ligadas ao cultivo de produtos de origem vegetal também transferem para o ar microrganismos de diversas origens: a lavoura levanta poeiras; a rega – especialmente por aspersão – cria gotículas de água contendo microrganismos da água e do solo; etc.
Apesar do ar não conter uma flora própria, é, como já foi anteriormente referido, um dos principais veículos de transmissão de microrganismos para os alimentos, especialmente os alimentos cozinhados.

De forma a reduzir a contaminação por microrganismos transmitidos pelo ar, basta utilizar algumas (simples) regras:

- Manter, sempre que possível, os alimentos cobertos;
- Remover regularmente o pó das superfícies;
- Evitar colocar os alimentos em zonas onde ocorra agitação do ar (ventiladores, correntes de ar, etc.);
- Reduzir a carga do ar (por exemplo, por filtração);
- Evitar a sobrepopulação dos locais.

5.4 Alimentos

Cada produto, seja de origem animal ou vegetal, possui uma flora característica, que depende fundamentalmente do meio ambiente onde foi criado ou produzido. Os tecidos internos dos produtos vegetais contêm, de uma forma geral, poucos microrganismos. Contrariamente, os externos possuem uma carga microbiana muito mais extensa e variada, devida à maior exposição ao ar, solo e outras fontes de microrganismos.
Nos animais saudáveis, o interior da carne é, de uma forma geral, isenta de microrganismos. Todos

os animais possuem sistemas biológicos que limitam o acesso dos microrganismos ao interior da carne. Com o abate, o acesso torna-se facilitado. Os microrganismos encontram-se fundamentalmente na superfície – pele, pêlos, penas, escamas, etc. – e no aparelho digestivo (Figura 8). Após o abate, a remoção da pele ou das penas e a remoção das vísceras constituem os principais pontos de risco de contaminação. A remoção das vísceras requer especial cuidado devido à presença maciça de microrganismos fecais.

5.5 Manipuladores

Os manipuladores têm uma importância vital na flora dos alimentos e produtos alimentares. Juntamente com o ar, constituem uma das principais fontes/ veículos de microrganismos para os alimentos.

Tal como todos os animais utilizados como fonte de alimentos, também o Homem é possuidor de uma flora específica e adaptada aos diferentes ambientes que se encontram no corpo humano. Coliformes e Staphylococcus aureus são os principais microrganismos envolvidos na contaminação de alimentos pelo Homem. Estes microrganismos têm a sua origem na matéria fecal (os coliformes) e na pele dos manipuladores. Cuidados especiais de higiene devem ser tidos quando se manipulam alimentos confeccionados ou alimentos que vão ser consumidos crus.

5.6 Utensílios e equipamentos

Utensílios e equipamentos não possuem uma microflora própria, sendo um reflexo dos cuidados tidos na sua limpeza e manutenção.

Figura 8. Principais fontes de microrganismos para os alimentos. Nesta imagem estão retratadas as vias de contágio entre alimentos de origem animal e os dois principais reservatórios de microrganismos.

Tendo em vista que os microrganismos aderem facilmente aos materiais, o contacto dos alimentos com superfícies mal limpas – área de trabalho, paredes, etc – aumenta consideravelmente a sua carga microbiana. Máquinas e acessórios que não sejam devidamente limpos são inevitavelmente fontes de contaminação. O mesmo acontece com outros utensílios, facas, tábuas de corte e recipientes. É fundamental que os mesmos utensílios não sejam utilizados para manipular ou guardar alimentos diferentes de modo a evitar as contaminações cruzadas.

5.7 Contaminação cruzada

Diz-se que ocorreu contaminação cruzada quando microrganismos presentes em alimentos crus, utensílios e superfícies contaminadas, são transferidos para alimentos cozinhados ou higienizados ou mesmo para superfícies limpas.

Esta transferência pode ocorrer através de utensílios, equipamentos, mãos, panos, etc. A presença de pragas, especialmente insectos voadores, juntamente com a utilização de contentores de alimentos não vedados, constitui um grande risco de ocorrência de contaminações cruzadas. Desta forma, uma superfície limpa ou um alimento não contaminado podem ser contaminados por um microrganismo trazido de um outro local.

É de fundamental importância evitar a contaminação cruzada entre alimentos crus, quase sempre contaminados, e alimentos cozinhados. Tudo o que entrou em contacto com os alimentos crus (utensílios, equipamentos, mãos, etc.) deve ser devidamente lavado antes de ser utilizado na manipulação de alimentos cozinhados.
Os utensílios e equipamentos utilizados para guardar, preparar ou servir os alimentos devem ser devidamente limpos e higienizados. Devem manter-se devidamente preservados do meio envolvente, de modo a não ficarem contaminados com os microrganismos do ar.

Alguns exemplos de contaminação cruzada:

Alimento cru (sem higienização ou "in natura") e alimento pronto para consumo:

Exemplo:
- Frigorífico com carne crua descoberta e salada já higienizada pronta para ser servida. O ar que circula dentro do frigorífico pode transferir os microrganismos da carne para a salada.

Mãos, utensílios ou equipamentos que estejam em contacto com o alimento cru (sem higienização ou "in natura"), entram em contacto com o alimento pronto:

Exemplos:
- Utensílio para colocar a carne crua na frigideira não pode ser o mesmo que a retira;
- Mão que manipulou carne crua não pode ser a mesma que toca o coador de café;
- Vasilha utilizada para bater ovos crus não pode ser a mesma utilizada para colocar alimentos prontos.

6 Riscos e perigos

As palavras **"Risco"** e **"Perigo"** têm na Higiene e Segurança Alimentar um significado diferente daquele que lhe damos diariamente, onde, de uma forma geral, acabam por ser considerados sinónimos.

Na Higiene e Segurança Alimentar, entende-se por "Perigo" um potencial agente químico, físico ou biológico que possa contaminar um alimento.

Existem, assim, diversos tipos de perigos: microbiológicos, químicos, físicos, etc. A tabela IV apresenta os diversos grupos de perigos relacionados com a segurança alimentar, indicando alguns exemplos para cada categoria.

Entende-se por "Risco" a probabilidade de ocorrência de um "Perigo".

Por exemplo, a manutenção de um alimento cozinhado à temperatura ambiente constitui um "Risco", pois existe a possibilidade de ocorrer crescimento microbiano (perigo microbiológico).

Os principais factores de risco relativamente aos perigos microbiológicos (por exemplo, contaminação de um alimento por acção de bactérias) são:

- Cuidados de higiene pessoal insuficientes;
- Cuidados de higiene na manipulação dos produtos insuficientes;
- Binómio tempo/temperatura inadequado à conservação do produto;
- Condições de humidade propícias ao desenvolvimento microbiológico;
- Práticas que favoreçam as contaminações cruzadas (exemplos: armazenamento de produtos crus e cozinhados sem separação física entre ambos);
- Higienização de instalações, equipamentos e utensílios inadequada;
- Contolo de pragas inadequado.

Relativamente aos perigos químicos (por exemplo, vestígios de detergente num alimento) temos como principais factores de risco:

- Instalações mal projectadas favorecendo a permanência de resíduos químicos (exemplos: superfícies que não permitem o enxaguamento e drenagem de detergentes);
- Deficiente manutenção do equipamento;
- Práticas que favoreçam a contaminação cruzada (exemplos: arrumação de detergentes e produtos alimentares no mesmo local e sem separação física);
- Equipamento, agentes e/ou procedimentos de limpeza inadequados;
- Incumprimento dos procedimentos de limpeza e desinfecção definidos no Plano de Higienização.

Já relativamente aos perigos físicos (por exemplo, presença de um pedaço de vidro no alimento) os principais factores de risco são:

- Insuficiências ao nível das infra-estruturas das instalações;
- Presença de objectos estranhos à actividade nas instalações;
- Instalações/ viaturas/ equipamentos/ utensílios em mau estado de limpeza e/ou conservação.

Tabela IV - Classificação dos perigos relacionados com a Segurança Alimentar

Tipos de perigos	Exemplos de perigos	Exemplos de alimentos associados	Potenciais doenças
Microbiológicos			
- Bactérias	- Salmonella	- Ovos, aves, leite cru e derivados	- Salmonelose
	- Campylobacter jejuni	- Leite cru, queijos, gelados, saladas	- Campilobacteriose
- Vírus	- Rotavírus	- Saladas, frutas e entradas	- Diarreia
	- Vírus da Hepatite A	- Peixe, marisco, vegetais, água, frutos, leite	- Hepatite A
- Parasitas	- Toxoplasma	- Carne de porco, borrego	- Toxoplasmose
	- Giardia	- Água, saladas	- Giardose
- Priões	- Agente da BSE	- Materiais de risco especificado de bovino	- Variante da doença de Creutzfeldt-Jakob
Químicos			
- Toxinas naturais	- Aflatoxinas	- Frutos secos, milho, leite e derivados	Cancro, malformações congénitas, partos prematuros, alterações do sistema imunitário, doenças degenerativas do sistema nervoso, alterações hormonais, disfunção ao nível de diversos orgãos, alterações de fertilidade, doenças osteomusculares, alteração de comportamentos.
	- Solanina	- Batata	
	- Toxinas marinhas	- Bivalves, marisco	
- Poluentes de origem industrial	- Mercúrio, cádmio e chumbo	- Peixe	
	- Dioxinas, PCBs	- Peixe, gorduras animal	
- Contaminantes resultantes do processamento alimentar	- Acrilamida	- Batatas fritas, café, biscoitos, pão	
	- Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos	- Fumados, óleos vegetais, grelhados	
- Pesticidas	- Insecticidas, herbicidas, fungicidas	- Legumes, frutas e derivados	
- Medicamentos veterinários	- Anabolizantes, antibióticos	- Carne de aves, porco, vaca	
- Aditivos não autorizados	- Sudan I-IV, Para Red (corantes)	- Molhos, especiarias	
- Materiais em contacto com alimentos	- Alumínio, estanho, plástico	- Alimentos enlatados ou embalados em plástico	
- Outros	- Produtos de limpeza, lubrificantes		
Físicos			
	- Ossos, espinhas, vidros, metal, pedras		- Lesões
Nutricionais			
	- Sal em excesso	- Sal de adição, snackes	- Doenças cardiovasculares
	- Gorduras em excesso	- Manteiga, enchidos, carnes gordas	- Obesidade
	- Açúcar em excesso		- Diabetes
	- Alergenos	- Leite de vaca, amendoim, ovos, crustáceos	- Alergias

7 Bibliografia

Adams, M.R.; Moss, M.O.; "Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry"; Guildford, UK; 1995

Banwart, G.J.; "Basic Food Microbiology" 2nd ed.; Chapman & Hall; New York; 1989

Eley, A.R.; "Microbial Food Poisoning"; 2nd ed.; Chapman & Hall; London; 1996

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF); "Microbial Ecology of Foods Vol I - Factors affecting life and death of microorganisms"; Academic Press, Inc.; San Diego; 1990

Jay, J. M.; "Modern Food Microbiology"; 5th ed.; "Chapman & Hall"; New York; 1996

Lacasse; D.; "Introdução à Microbiologia Alimentar"; Instituto Piaget; Lisboa; 1995

Mader, S. S.; "Biology"; 8th ed.; McGraw-Hill; New York; 2004

Mead, P.S.; Slutske, R. L.; Dietz, V.; McCaig, L. F.; Bresee, J. S.; Shapiro, C.; Griffin, P. M.; Tauxe, R. V.; "Food-related illness and death in the United States Volume 5 - Emerging Infectious Diseases"; Centers for Disease Control and Prevention (CDC); Atlanta; 1999; pag.607-625

Rocourt, J; Cossart P.; "Food Microbiology – Fundamentals and Frontiers"; A S M Press; Washinghton; 1997

On-line:

http://www.cdc.gov/; Julho 2006
http://www.cfsan.fda.gov/~mow/intro.html; Julho 2006
http://www.cfsan.fda.gov/~mow/foodborn.html; Julho 2006
http://www.nzfsa.govt.nz/science-technology/data-sheets/bacillus-cereus.pdf; Julho 2006
http://edis.ifas.ufl.edu/FS127; Julho 2006
http://pt.wikipedia.org/; Julho 2006
http://www.fsis.usda.gov/Fact_Sheets/Foodborne_Illness_&_Disease_Fact_Sheets/index.asp; Julho 2006

Os Microrganismos e os Alimentos

Co-financiado por:

iQA
inovar para a qualidade alimentar

UNIÃO EUROPEIA
Fundo Social Europeu

Equal
"de igual para igual"

MTSS
MINISTÉRIO DO TRABALHO E DA SOLIDARIEDADE SOCIAL