

1. Princípios de Conservação de Alimentos

Carlos Dias Pereira, Susana Dias, Maria Antónia Conceição

1.1. Introdução

Este capítulo pretende dar informação geral sobre as principais causas de alteração da qualidade e da segurança dos alimentos. Isto é, abordam-se factores que afectam não apenas aspectos de qualidade dos mesmos (responsáveis pela sua degradação) mas também, factores capazes de provocar doenças de origem alimentar causadas sobretudo por diversos microrganismos patogénicos (agentes de doenças ou de intoxicações – globalmente designadas toxinfecções).

Assim, serão referidos os principais agentes causadores de deterioração de alimentos e de doenças de origem alimentar. Será também dada especial atenção aos factores de processamento que, podendo ser controlados, permitem impedir o desenvolvimento desses microrganismos.

Nos capítulos destinados ao processamento específico de produtos de origem animal (carne, pescado, leite e ovos) serão feitas referências aos princípios que estão na base da eficácia de cada processo.

1.2. Principais factores de alteração dos alimentos

Devido às suas características e composição química, todos os alimentos estão, em maior ou menor grau, sujeitos a alterações que podem influenciar a sua qualidade. Essas alterações são muito variadas e, se nada for feito no sentido de preservar a sua qualidade, na maioria dos casos, eles vão deteriorar-se ao longo do tempo.

Alguns processos de degradação apenas afectam as características nutricionais e sensoriais do produto (sabor, aroma, cor, textura, características nutritivas) enquanto outros, afectando, ou não, aquelas características, poderão beneficiar o desenvolvimento de microrganismos patogénicos ou a produção de toxinas, transformando-os em produtos perigosos para a saúde. Também, a presença de resíduos químicos (p. ex. pesticidas ou resíduos medicamentosos) ou de materiais físicos (p. ex. restos de metal) poderão colocar em causa a saúde dos consumidores.

A principal causa de alteração dos alimentos resulta do desenvolvimento de microrganismos (bactérias, leveduras e bolores) que, dispendo de condições favoráveis, se multiplicam muito rapidamente e, por acção das suas enzimas, provocam reacções que levam à sua degradação. Alguns microrganismos são também capazes de produzir compostos tóxicos ou, são eles próprios agentes directos de doenças. Estes são denominados

como patogénicos. Como exemplos podem citar-se os agentes da tuberculose, da brucelose, da salmonelose entre muitos outros.

Tabela 1.1. Principais características de alteração dos alimentos.

CARACTERÍSTICA	DEFEITO
TEXTURA	perda de solubilidade perda de capacidade de retenção de água endurecimento amolecimento
AROMA E SABOR	rancificação desenvolvimento de cheiros anormais desenvolvimento de sabores anormais
COR	escurecimento descoloração desenvolvimento de cores anormais
APARÊNCIA	diminuição do tamanho de partículas aumento do tamanho de partículas aparecimento de grânulos
VALOR NUTRITIVO	perda ou degradação de: vitaminas minerais proteínas lípidos

São diversos os géneros microbianos que aparecem nos alimentos. Apresentam diferentes necessidades nutricionais e são influenciados pelo ambiente que os envolve.

As principais origens destes microrganismos são: solo, ar/poeiras, água, utensílios e equipamentos, animais (a sua pele, penas e pêlos), plantas e o Homem.

As plantas podem ser contaminadas pelo solo e pela água, por exemplo se a rega for efectuada com água contendo material fecal, ou a lavagem de produtos hortícolas for realizada com água de má qualidade microbiológica.

Os utensílios, nomeadamente as superfícies de corte como facas e tábuas, mal higienizados, são muitas vezes a origem de contaminação dos alimentos com que entram em contacto.

As rações são outra fonte importante de microrganismos, estando por exemplo associados à propagação de *Salmonella spp.* As forragens podem ser a origem da contaminação dos animais produtores de leite e carne, com *Listeria monocytogenes*.

A pele dos animais é muitas vezes a origem da contaminação quer do leite e utensílios, quer das mãos dos ordenhadores. Inclusive a maior parte dos

microrganismos do leite resultam da microflora do úbere, quando a ordenha é efectuada em más condições de higiene.

A contaminação dos ovos pode também ocorrer no momento imediato à postura por fezes das aves e poeiras existentes nos aviários.

O ar e as poeiras são a principal fonte de leveduras e bolores.

O Homem também é responsável, enquanto manipulador dos alimentos, pela disseminação de microrganismos, estando associado sobretudo, à propagação de *Staphylococcus spp.* Esta contaminação pode ser feita pelas mãos, a partir da cavidade nasal, boca, tracto gastrointestinal e pele.

As bactérias apresentam-se sob muitas formas: esféricas, em bastonete ou em espiral. As bactérias esféricas (cocos) podem encontrar-se associadas entre si em cadeias simples (diplococos), alongadas (estreptococos), em cacho (estafilococos), associadas quatro a quatro (tétradas), ou em grumos (sarcinas).

Em condições desfavoráveis no meio circundante, os bastonetes podem produzir formas resistentes (esporos) capazes de sobreviverem em estado dormente (letárgico) para poderem dar origem a células activas quando as condições do meio o proporcionarem. Este é o caso do *Clostridium botulinum*, agente patogénico capaz de produzir uma das toxinas mais perigosas, responsável pelo botulismo, uma intoxicação que origina muitas mortes por paralisia dos músculos cardíacos e respiratórios.

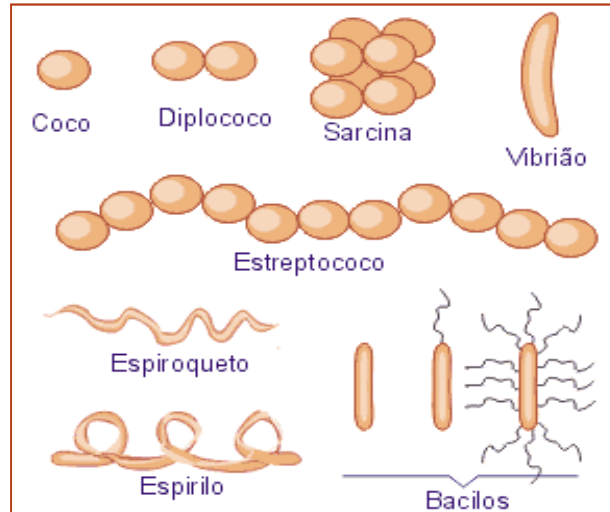


Figura 1.1. Diferentes formas apresentadas por bactérias.

A multiplicação dos microrganismos é muito condicionada pelo meio em que se encontram e, a grande maioria dos processos de conservação dos alimentos faz uso desses factores para controlar o seu desenvolvimento. Note-se que nem todos os microrganismos são prejudiciais e, muitos deles, são até responsáveis pela produção e conservação dos alimentos, como acontece nos produtos fermentados (p. ex. leite azedo, iogurte, cerveja, vinagre).

Os produtos alimentares possuem um conjunto de factores de natureza **intrínseca** (isto é do próprio produto) e **extrínseca** (relacionados com o meio

onde se encontra o alimento) que poderão ser propícios ao desenvolvimento microbiano e, a reacções químicas que podem afectar a sua qualidade e/ou a sua segurança. Entre os principais factores intrínsecos destacam-se:

- **pH/acidez**
- **Disponibilidade em água (a_w)**
- **Nutrientes disponíveis**
- **Potencial de oxidação redução**
- **Constituintes anti-microbianos**
- **Estruturas biológicas**

Quando os valores destes parâmetros se encontram dentro da gama óptima ao desenvolvimento microbiano podem proporcionar aos microrganismos patogénicos as condições óptimas para o seu desenvolvimento.

No caso concreto do pH, e como exemplo, na carne esse parâmetro pode variar de 5,1 a 6,4 estando o pH óptimo de desenvolvimento da grande generalidade dos microrganismos situado entre 4 e 7,5. Esta é pois uma condição favorável ao desenvolvimento de floras indesejáveis.

No caso da actividade da água (a_w), este parâmetro na carne ronda os 0,98/0,99 sendo o valor mínimo para o desenvolvimento microbiano cerca de 0,75, logo o valor da (a_w) é favorável ao seu desenvolvimento.

No que respeita aos factores extrínsecos destacam-se:

- **Temperatura**
- **Humidade do ar ambiente**
- **Composição da atmosfera**

Estes factores extrínsecos condicionam muito o crescimento de microrganismos e, como se verá de seguida, o seu controlo permite em muitos casos aumentar a vida útil dos alimentos e garantir também a sua segurança.

1.3. Bases da Conservação dos alimentos

A conservação de alimentos depende de acções ou metodologias definidas que visam a manutenção de níveis adequados de qualidade e de segurança. As tecnologias envolvidas no processamento, conservação e armazenagem dos alimentos são vitais para o abastecimento contínuo de produtos alimentares.

Um aspecto muito importante que distingue a actividade agrícola de outros processos de produção industrial é a sua natureza sazonal. Isto é, a produção ocorre em determinadas épocas do ano, sendo necessário conservar e armazenar os produtos agrícolas de forma a garantir-se o abastecimento ao longo de todo o ano.

Assim, as razões mais importantes para o processamento e conservação de alimentos têm que ver com a natureza sazonal das produções agrárias, com o interesse em acrescentar valor aos produtos e, com a necessidade de garantir a variedade da dieta.

A segurança alimentar é também um aspecto fundamental que deve ser considerado e, os métodos de conservação dos alimentos, quando correctamente aplicados, são um factor decisivo para garantir este objectivo.

O conhecimento dos factores que afectam o desenvolvimento dos microrganismos é pois crucial na aplicação das tecnologias de conservação.

1.3.1. Factores que afectam o crescimento microbiano em alimentos

Como já foi dito, diversos factores ambientais podem afectar o crescimento de microrganismos nos alimentos: uns são de natureza intrínseca, isto é, estão directamente relacionados com a própria composição do alimento, como sejam a quantidade de água disponível ou actividade da água (a_w), a acidez do alimento, o potencial de oxidação-redução, o seu conteúdo em nutrientes ou a presença no próprio alimento de componentes com actividade anti-microbiana. Outros são de natureza externa ou extrínseca como sejam: a temperatura, a composição dos gases na atmosfera que envolve o alimento ou a presença de conservantes no alimento (p. ex. ácidos orgânicos ou sais de cura) (ICSMF, 1980).

Ao longo dos tempos, o homem aprendeu de forma empírica a controlar esses factores com o objectivo de garantir a conservação dos alimentos.

No que se refere à utilização da temperatura, o homem aprendeu que as baixas temperaturas retardam a degradação dos alimentos e que os alimentos congelados mantêm as suas características por longos períodos de tempo. Também percebeu que o aquecimento elimina os microrganismos e que, embalando os alimentos tratados pelo calor eles se degradam mais lentamente. Verificou também que, alguns alimentos quando são mantidos à temperatura ambiente modificam as suas características organolépticas

(relacionadas com o seu sabor) mas mantêm-se estáveis e, inclusivamente, melhoram a sua capacidade de conservação e o seu sabor. Esta observação deu origem a diversos alimentos e bebidas fermentadas, a maioria de origem étnica e característicos de algumas regiões (p. ex. leite azedo, cerveja de massambala). Uma grande variedade de produtos fermentados é, hoje em dia, encontrada nos mercados e se, nalguns casos, esses produtos beneficiaram com a aplicação dos princípios científicos actuais, na maioria dos casos permanecem idênticos aos produtos originais. Este é o caso de bebidas alcoólicas como o vinho e a cerveja variados queijos e leites fermentados ou mesmo produtos cárnicos, como algumas salsichas.

Apesar da história humana ter já milhares de anos, só depois do século dezanove se começaram a aplicar sistematicamente os princípios científicos da conservação de alimentos.

1.3.2. Composição da atmosfera

Os diferentes grupos de bactérias também necessitam de condições específicas de composição do ar para o seu crescimento. Alguns apenas se desenvolvem em presença de oxigénio (aeróbios), enquanto outros exigem a ausência deste elemento para o seu crescimento (anaeróbios). A tabela seguinte apresenta diferentes grupos de microrganismos em relação à composição da atmosfera de crescimento que necessitam.

Tabela 1.2. Grupos fisiológicos de microrganismos em função das condições óptimas de atmosfera de crescimento.

GRUPOS	EXEMPLOS
AERÓBIOS ESTRITOS	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ϕ
AERÓBIOS	<i>Sacharomyces cerevisae</i>
ANAERÓBIOS FACULTATIVOS	<i>Escherichia coli</i> ϕ
ANAERÓBIOS ESTRITOS	<i>Clostridium botulinum</i> ϕ

ϕ : microrganismos patogénicos.

1.3.3. Temperatura

A temperatura é provavelmente o mais importante factor ambiental que afecta o crescimento e a viabilidade dos microrganismos. Embora algumas espécies de microrganismos possam crescer a temperaturas de -8°C ou a $+90^{\circ}\text{C}$, a gama de temperaturas que permite o crescimento de microrganismos, incluindo os patogénicos, raramente ultrapassa os $+35^{\circ}\text{C}$. A tabela 1.3 apresenta os limites de crescimento de quatro grupos fisiológicos de bactérias.

As reacções químicas bem como a inactivação dos microrganismos são afectadas pela temperatura. Normalmente, um aumento da temperatura de 10°C (Q_{10}) origina um aumento da velocidade das reacções químicas de 2 a 4 vezes. O mesmo aumento da temperatura tem um efeito muito mais pronunciado sobre a velocidade de inactivação dos microrganismos (entre 8 a 20 vezes). A tabela 1.4 apresenta os valores de Q_{10} de diversos processos.

Tabela 1.3. Limites de temperatura (°C) de crescimento de quatro grupos fisiológicos de bactérias.

GRUPOS	Mínimo	Ótimo	Máximo
THERMÓFILOS	40	55-75	90
MESÓFILOS	5	30-45	47
PSICROTRÓFICOS	-5	25-30	35
PSICRÓFILOS	-5	12-15	20

Adaptado de ICMSF (1980).

Tabela 1.4. Valores de Q₁₀ de diversas reacções.

Q₁₀	PROCESSOS
1,8-4,0	Reacções Químicas
8,0-12,0	Inactivação de Esporos Bacterianos
10,0-20,0	Inactivação de Microrganismos
10,0-100,0	Desnaturação de Proteínas

Adaptado de ICMSF (1980) e de Stumbo (1973).

A resistência ao calor de um dado microrganismo, a uma determinada temperatura, é medida como o tempo necessário para inactivar 90% da população desse microrganismo (uma redução decimal) e, é conhecida como o valor **D** (tempo de redução decimal)

Os processos de tratamento térmico de alimentos são normalmente definidos com o objectivo de se obterem 12 reduções decimais para uma população de microrganismos patogénicos específicos (**12D**). Isto significa uma redução de 99,9999999999% na população desses microrganismos ou, dito de outra maneira, se existisse um bilião (1.000.000.000.000) de microrganismos numa determinada quantidade de produto, apenas sobreviveria 1. No caso dos produtos enlatados esterilizados, o microrganismo de referência é o agente do botulismo (*Clostridium botulinum*) que é produtor de uma das mais perigosas toxinas conhecidas. No caso dos produtos pasteurizados (p. ex. leite) o microrganismo de referência é o agente da tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*).

As Tabelas 1.5 e 1.6 apresentam os valores da resistência térmica de diversos microrganismos, a diferentes temperaturas. A título de exemplo, se o valor D do *Mycobacterium tuberculosis* a 65,5°C é de 0,30 minutos, um tratamento de 3,6 minutos (0,30*12) a esta temperatura originaria 12 reduções decimais na população presente. Nestas condições, um processo de tratamento de leite a 65°C durante 30 minutos, é mais do que suficiente para eliminar este microrganismo patogénico. Note-se também (Tabela 1.6) que os microrganismos capazes de produzir formas resistentes (esporos) obrigam ao uso de tratamentos térmicos mais drásticos.

Tabela 1.5. Tempos de redução decimal (valores D) para alguns microrganismos.

MICROORGANISMOS	Temperatura (°C)	Valor D (minutos)
<i>Brucella spp</i> φ (agente da brucelose)	65,5	0,2
<i>Salmonella spp</i> φ (agente da salmonelose)	65,5	0,25
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> φ (agente da tuberculose)	65,5	0,30
<i>Listeria monocytogenes</i> φ (agente da listeriose)	71,7	0,6
<i>Staphylococcus aureus</i> φ (intoxicação estafilocócica)	65,5	0,2-2,0
Leveduras, bolores e microrganismos responsáveis pela deterioração dos alimentos	65,5	0,5-3,0
<i>Lactococcus lactis</i> (bactéria láctica não patogénica)	65	0,01
<i>Escherichia coli</i> φ	65	0,10

φ: microrganismos responsáveis por perigos alimentares.
Adaptado de ICMSF (1980).

Tabela 1.6. Tempos de redução decimal (valores D) para alguns esporos a determinadas temperaturas.

MICROORGANISMOS	Temperatura (°C)	D (minutos)
Esporos aeróbios mesófilicos		
<i>Bacillus cereus</i> φ	100	5,00
<i>Bacillus subtilis</i>	100	11,00
<i>Bacillus polymyxa</i>	100	0,5
Esporos anaeróbios mesófilicos		
<i>Clostridium butyricum</i>	100	0,5
<i>Clostridium perfringens</i> φ	100	0,3-20
<i>Clostridium botulinum</i> A e B φ	100	50,00
esporos anaeróbios termofílicos		
<i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	120	4,0
<i>Clostridium nigrificans</i>	120	3,0

φ: microrganismos responsáveis por perigos alimentares.
Adaptado de ICMSF (1980).

1.3.4. Actividade da água

A actividade da água (a_w) é uma medida da quantidade de água disponível que existe num alimento. Poderá ser comparada ao valor da humidade relativa. Quanto maior for a actividade da água de um alimento maiores serão as possibilidades para o crescimento de microrganismos. Assim, alimentos com elevada actividade da água (p. ex. leite, carne) serão facilmente sujeitos a degradação por acção dos agentes microbianos enquanto os alimentos mais secos, com baixa actividade da água (p. ex. cereais) têm um período de conservação maior. A actividade da água é definida como a razão entre a pressão de vapor de água do produto (p) e a da água pura (p_0) à mesma temperatura.

$$a_w = p/p_0$$

A actividade da água está pois relacionada com diversas propriedades dos alimentos como sejam, a sua pressão osmótica, os seus pontos de ebulição e de congelação e a sua humidade relativa de equilíbrio (HRE)

$$HRE \% = a_w \times 100$$

A tabela 1.7 apresenta os valores mínimos de actividade da água necessários para o crescimento de alguns microrganismos, em condições óptimas de temperatura. Nela poderá ser observado que a espécie *Staphylococcus aureus* é, do grupo dos microrganismos patogénicos, a única que tolera valores inferiores a 0,90.

Tabela 1.7. Valores mínimos de actividade da água que permitem o crescimento de microrganismos.

MICROORGANISMO	a_w mínima
BACTERIAS	
<i>Clostridium botulinum</i> ϕ	0,94
<i>Bacillus cereus</i> ϕ	0,95
<i>Clostridium perfringens</i> ϕ	0,95
<i>Escherichia coli</i> ϕ	0,95
<i>Salmonella spp</i> ϕ	0,95
<i>Staphylococcus aureus</i> ϕ	0,86
LEVEDURAS	
	0,83
<i>Debaryomyces hansenii</i>	
<i>Saccharomyces baillii</i>	0,80
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0,90
BOLORES	
	0,84
<i>Alternaria citri</i>	
<i>Aspergillus niger</i> ϕ	0,77
<i>Aspergillus flavus</i> ϕ	0,78
<i>Botrytis cinerea</i>	0,93
<i>Rhizopus nigricans</i>	0,93

ϕ : microrganismos responsáveis por perigos alimentares.
Adaptado de ICMSF(1980).

A tabela 1.8 apresenta os limites de actividade da água de alguns grupos de alimentos. Nela se poderá verificar que os alimentos mais perecíveis, isto é, que se degradam mais rapidamente, apresentam valores de actividade da água entre 0,98 e 1,00 seguindo-se um segundo grupo com valores de a_w inferiores (até 0,93) e que apresentam já maiores períodos de conservação. Note-se que, abaixo de um valor de cerca de 0,85, já não se torna possível o crescimento de microrganismos patogénicos. Nestas condições, só por si, este factor garante a segurança desses produtos.

Tabela 1.8. Valores aproximados de a_w de cinco grupos de alimentos.

ALIMENTOS	a_w
CARNE E PEIXE FRESCOS LEITE E BEBIDAS IOGURTE E QUEIJO FRESCO FRUTOS E VEGETAIS FRESCOS	1,0-0,98
CARNE LIGEIRAMENTE SALGADA SALSICHAS FERMENTADAS LEITE EVAPORADO CARNES CURADAS ENLATADAS QUEIJO SEMI DURO	0,98-0,93
CARNE E PEIXE SECOS QUEIJOS DUROS LEITE CONDENSADO PRESUNTO MANTEIGA	0,93-0,85
FRUTA SECA FUBA CEREAIS DOCES E GELEIAS QUEIJOS EXTRA DUROS BACALHAU SALGADO CAJÚ GINGUBA	0,85-0,60
MEL BOLACHAS LEITE EM PÓ	<0,60

Adaptado de ICMSF (1980) e de Jay, (1992).

1.3.5. pH/acidez

Há milhares de anos que o aumento da acidez dos alimentos, quer de forma natural, através de um processo de fermentação (p. ex. iogurte, leites fermentados ou pickles) quer artificialmente, através da adição de ácidos fracos, tem sido usada para aumentar a estabilidade microbiológica dos alimentos e para garantir a sua conservação.

A acidez é o principal factor que garante a conservação dos alimentos fermentados e, este factor pode ser combinado com outros que também promovam a sua conservação, como sejam, o calor, a adição de conservantes e, a actividade da água.

O grau de acidez de um alimento pode ser medido por titulação química ou, mais vulgarmente, a determinação do pH de um produto alimentar é usada como um excelente indicador da sua acidez. O pH é

medido numa escala entre 0 e 14, sendo o valor de 7 o indicador da neutralidade. Valores superiores a 7 indicam condições básicas e, inferiores a esse valor indicam condições ácidas.

Em termos práticos, os alimentos que são submetidos a tratamentos térmicos para a sua conservação são normalmente divididos em dois grupos, consoante o seu pH: alimentos pouco ácidos, com um valor de pH superior a 4,5 e, alimentos ácidos com valores de pH mais baixos.

Tabela 1.9. Classes de alimentos em função do seu pH.

ALIMENTOS	pH
NEUTROS	7,0-6,5
CARNE LOGO APÓS O ABATE	
LEITE	
PEIXE	
OVOS	
POUCO ÁCIDOS	6,5-5,3
CARNE FRESCA	
TOUCINHO FUMADO	
VEGETAIS ENLATADOS	
ACIDEZ MÉDIA	5,3-4,5
VEGETAIS FERMENTADOS	
QUEIJOS	
ÁCIDOS	4,5-3,7
FRUTOS	
SUMOS DE FRUTA	
REFRIGERANTES	
TOMATE	
VEGETAIS FERMENTADOS	
IOGURTE	
MUITO ÁCIDOS	<3,7
PICKLES	
CITRINOS	

Adaptado de ICMSF (1980) e de Jay, (1992).

A tabela 1.10 apresenta os valores de pH mínimos que permitem o crescimento de vários microrganismos. As bactérias que não produzem esporos são as mais comuns entre os responsáveis pela deterioração dos alimentos em todos os valores de pH. Felizmente as bactérias patogénicas são sensíveis à acidez.

Tabela 1.10. Limites mínimos de pH que permitem o crescimento de alguns microrganismos.

MICRORGANISMOS	pH Mínimo
<i>Salmonella paratyphi</i> ϕ	4,0
<i>Escherichia coli</i> ϕ	4,4
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ϕ	4,8
<i>Bacillus cereus</i> ϕ	4,9
<i>Clostridium botulinum</i> ϕ	4,7
<i>Staphylococcus aureus</i> ϕ	4,0
<i>Enterococcus spp</i>	4,8
<i>Lactobacillus spp</i>	3,8
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,3
<i>Aspergillus oryzae</i>	1,6
<i>Penicillium italicum</i>	1,9

ϕ : microrganismos responsáveis por perigos alimentares.
Adaptado de ICMSF(1980).

1.3.6. Sais de cura

A adição de sal conduz à redução da actividade da água, criando condições adversas para a multiplicação da maior parte dos microrganismos.

O processo de cura para a preservação de alimentos teve origem com o processo de salga. O sal (cloreto de sódio) contém nitrato de sódio (NaNO_3) juntamente com outras impurezas.

Verificou-se que este composto era responsável pelo desenvolvimento de uma cor rosada em produtos cárnicos salgados (p. ex. bacon, fiambre). Verificou-se também que, por acção das bactérias redutoras, o nitrato é transformado em nitrito (NO_2) e óxido nítrico (NO) que são de facto os agentes responsáveis pela cor rosada desses alimentos. O mecanismo exacto da inactivação de bactérias por acção dos nitratos e dos nitritos não é completamente conhecido. A presença destes compostos não impede a formação de esporos bacterianos mas previne que os esporos possam dar origem a bactérias capazes de se multiplicarem e de produzirem compostos tóxicos. Com concentrações de cerca de 0,13g/kg é usado como um agente bacteriostático.

O ácido ascórbico é usado como um agente que acelera o desenvolvimento da cor rosada da carne e, adicionalmente, aumenta a actividade anti-bacteriana dos nitratos e nitritos em carnes curadas. Este agente reduz o potencial redox e aumenta a produção de óxido nítrico a partir do nitrito.

1.3.7. Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos formam-se nos frutos, como por exemplo, o ácido cítrico nos limões e o ácido benzóico nas amoras. O ácido láctico ocorre nos tecidos animais e no leite e, vários outros ácidos orgânicos estão presentes nas especiarias.

Os ácidos orgânicos (acético, benzóico, cítrico, propiónico e sórbico) são vulgarmente usados em alimentos como conservantes ou acidificantes. É a forma não dissociada do ácido que possui acção anti-microbiana. Esta forma é facilmente solúvel na membrana celular dos microrganismos e interfere com a sua permeabilidade afectando a actividade dos microrganismos. Se o pH do alimento for baixo (acidez elevada) a actividade dos ácidos orgânicos como conservantes é mais eficaz.

Tabela 1.11. Ácidos orgânicos de uso mais comum em alimentos e exemplos de aplicações.

ÁCIDO	Concentração (g/Kg)	Exemplos
ÁCIDO ACÉTICO	Sem limites	pickles
ÁCIDO CÍTRICO	Sem limites	refrigerantes
ÁCIDO SÓRBICO	0,1-2	queijo fresco; doces e geleias
ÁCIDO BENZÓICO	0,1-2	pickles; refrigerantes; sumos
ÁCIDO PROPIONICO	0,1-3	pão e bolos

Adaptado de ICMSF (1980).

1.3.8. Potencial de oxidação redução (Eh)

O potencial redox é um importante factor selectivo na conservação de alimentos visto que influencia os tipos de microrganismos que aí se desenvolvem. Embora não seja um factor que se manipule directamente durante o processamento de alimentos, este parâmetro interage com outros, como sejam o pH e a atmosfera gasosa determinando qual o tipo de flora microbiana que se desenvolve nos alimentos. Valores baixos de E_h (+10 a -130 mV) previnem o crescimento de microrganismos aeróbios mas podem encorajar o crescimento de microrganismos anaeróbios (Enterobactérias e Clostrídios). Os vegetais têm elevados valores de E_h (+300 a +400 mV) que previnem o crescimento de microrganismos anaeróbios, daí que sejam normalmente deteriorados por bactérias aeróbias.

1.3.9. Culturas de arranque

As culturas de arranque, vulgarmente conhecidas como fermentos, são usados em variados tipos de alimentos fermentados no sentido de garantirem uma fermentação (diminuição do pH) mais rápida, mais completa e, sobretudo, mais controlada do que aquela que ocorreria com a flora indígena do alimento. Nos países mais desenvolvidos as culturas de arranque são muito usadas na indústria de laticínios e na de carnes, na produção de produtos

como sejam queijos, iogurtes, leites fermentados e salsichas. A sua utilização será abordada posteriormente quando for abordada a elaboração de produtos específicos como sejam o iogurte ou o queijo

1.3.10. Fumo

O fumo é um componente importante dos processos de conservação de muitos produtos à base de carne e de pescado. Hoje em dia é apenas fundamental para a conservação de alguns, sendo sobretudo usado para melhorar o seu aroma e cor. Contudo, em países pouco desenvolvidos e em sociedades rurais ainda tem um papel muito importante como elemento chave para a conservação de alimentos. Pode também ser usado como agente desinfectante como seja o caso da sua utilização para desinfectar cabaças destinadas à produção de leite azedo. O fumo contém uma grande variedade de compostos orgânicos, alguns deles com acção antimicrobiana comprovada, como sejam compostos fenólicos e o formaldeído.

1.3.11. Combinação de factores – tecnologia de barreiras

A tecnologia de barreiras (*Hurdle Technology*) é usada em muitos países no sentido de garantir uma efectiva conservação de alimentos usando processos pouco severos. Inicialmente esta tecnologia era usada empiricamente sem que se conhecessem com detalhe os princípios de base do processo de conservação. Nos últimos 20 anos, esta tecnologia tornou-se mais comum pelo facto de se ter adquirido maior conhecimento sobre os principais factores que condicionam a conservação dos alimentos (temperatura, pH, a_w , E_h , flora microbiana competitiva) (Leistner 2000).

As respostas fisiológicas dos microrganismos durante o processo de conservação de alimentos (isto é as suas reacções ao meio, a exaustão metabólica e o *stress* a que são submetidos durante os processos) são as bases para a aplicação desta tecnologia. O distúrbio das condições óptimas para o crescimento de microrganismos é pois a sua base.

As barreiras mais importantes são: a actividade da água (a_w), a acidez (pH), o potencial redox (E_h), a presença de conservantes (p. ex. nitrito) e a presença de flora competitiva (p. ex. bactérias lácticas). Contudo, mais de sessenta outras barreiras potenciais que melhoram a estabilidade ou a qualidade dos produtos foram já descritas (Leistner, 2000).

Na prática, a tecnologia poderá ser descrita como uma corrida de obstáculos. As bactérias patogénicas e os agentes de deterioração dos alimentos são capazes de ultrapassar um ou dois obstáculos mas não a totalidade dos mesmos. Assim, o pH a actividade da água ou a dose de conservante usada, individualmente não inibem o desenvolvimento de microrganismos mas, se uma ligeira redução do pH for associada a um ligeiro aumento da acidez associados a uma pequena dose de conservante, o produto alimentar mantém-se seguro e estável

Nos países em vias de desenvolvimento a aplicação da combinação dos factores anteriormente descritos em produtos que se mantêm estáveis e

seguros sem serem refrigerados é de facto um factor muito importante para a garantia da dieta alimentar das populações.

Referências bibliográficas:

ICMSF (1980). Microbial Ecology of Foods. Vol. 1. Factors affecting life and death of microorganisms.

Jay, J.M. (1992). Modern Food Microbiology. 4th. Ed. Chapman & Hall. New York.

Leistner, L. (2000). Basic Aspects of Food Preservation by Hurdle Technology - a review. *International Journal of Food Microbiology*, 55: 181-186.

Stumbo, C.R. (1973). Thermobacteriology in Food Processing. 2nd. Ed. Academic Press. New York.

NO FINAL DESTA CAPÍTULO O ALUNO DEVERÁ:

CONHECER QUAIS AS PRINCIPAIS CAUSAS DE ALTERAÇÃO DOS ALIMENTOS;

ENUMERAR OS FACTORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE AFECTAM O DESENVOLVIMENTO DOS MICRORGANISMOS;

ENUMERAR OS PRINCIPAIS MICRORGANISMOS PATOGENICOS QUE PODEM OCORRER EM ALIMENTOS;

DISTINGUIR DIFERENTES GRUPOS DE ALIMENTOS EM FUNÇÃO DAS SUAS CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS;

AVALIAR OS EFEITOS DAS CARACTERÍSTICAS DOS ALIMENTOS E DO MEIO ENVOLVENTE SOBRE O CRESCIMENTO DE MICRORGANISMOS;

RELACIONAR OS FACTORES INTRÍNSECOS E EXTRÍNSECOS QUE CONDICIONAM O DESENVOLVIMENTO MICROBIANO, COM OS PRINCIPAIS PROCESSOS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS.