

Sensorialmente, as alterações da qualidade do *pescado* são percebidas\* "a olho nú"

Rigor mortis...

<http://kadokami.hp.infoseek.co.jp/Rigormortis.JPG>

<http://ec.europa.eu/research/success/en/agr0261e.html>

\* Voltaremos a este assunto – avaliação sensorial da qualidade/frescura – mais adiante.

Sensorialmente, as alterações da qualidade do *pescado* são percebidas\* "a olho nú"

\* Voltaremos a este assunto – avaliação sensorial da qualidade/frescura – mais adiante.

A perda de qualidade e/ou deterioração do *pescado* devem-se a fenômenos:

- Autolíticos**
- Microbiológicos**
- Oxidação química**

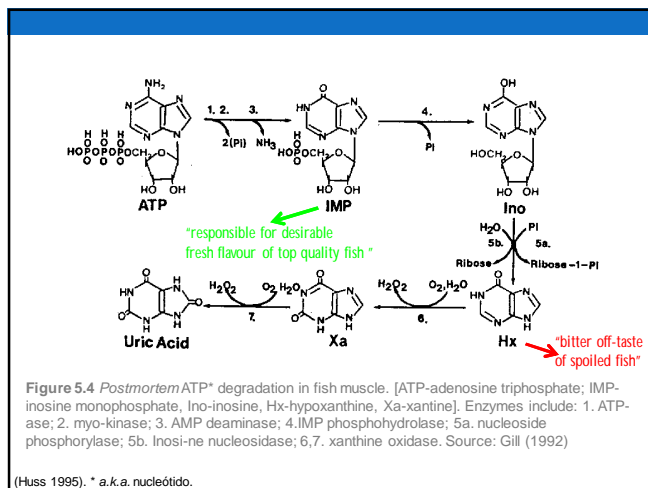
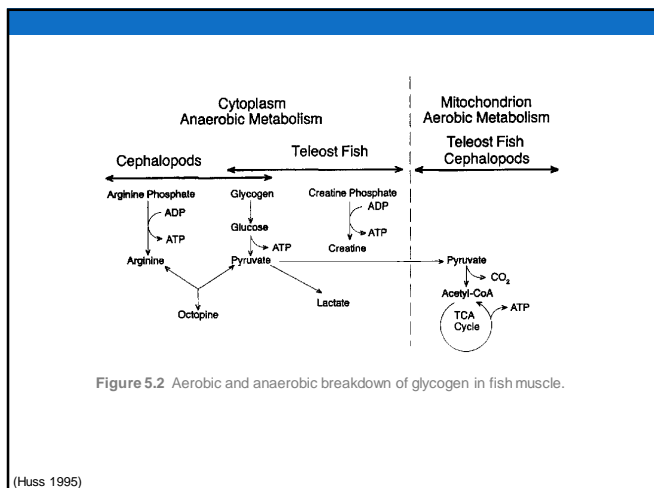
O *rigor mortis* é o mais dramático efeito dos processos **autolíticos post-mortem**

Músculo relaxado, flexível, mole durante horas/dias

Músculo com textura dura, rígido durante horas/dias. **A instalação, duração e intensidade do rigor mortis dependem vários fatores.**

Após resolução do *rigor mortis* a textura é firme, succulenta e elástica

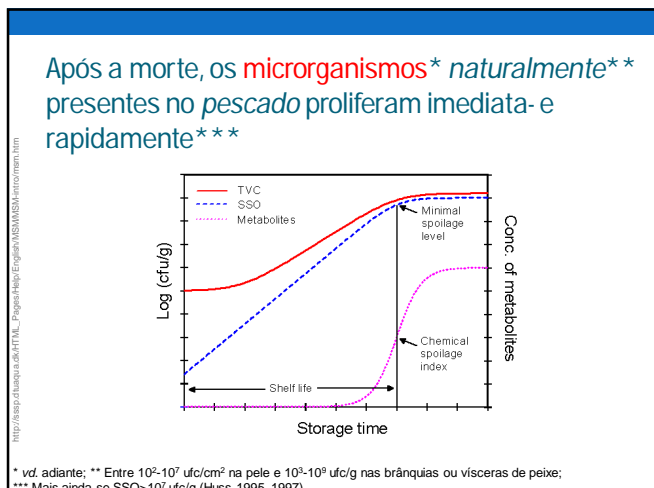
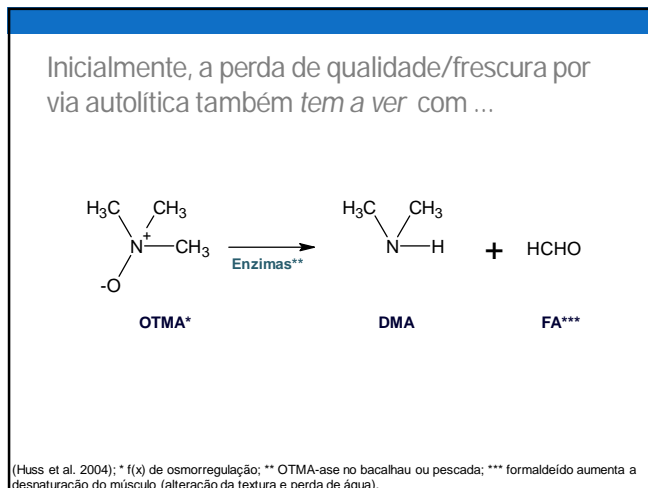
(Alasalvar et al., 2011); \* resistência consome energia=<=glicogénio; \*\* dos tanques – crowding stress.



### Inicialmente, a perda de qualidade/frescura por via autolítica também tem a ver com ...

- ... rebrandamento\* das paredes da cavidade abdominal (de peixes pelágicos gordos, por ex. arenque) 'liberta' proteases das paredes abdominais/ **enzimas digestivas** do intestino.
- Estas **catepsinas D e L** (enzimas do lisossoma) parecem desempenhar um papel importante na degradação autolítica do músculo (textura).
- Outras proteases, as **calpains**, também parecem afetar a textura dos tecidos (músculo) em crustáceos e em peixes.\*\*

\* para que muito contribuem a manipulação/práticas inadequadas.  
\*\* mas ainda sem provas da relação causa-e-efeito.



### De que microrganismos estamos a falar, afinal? A microbiota do pescado é diversa...

- ... influenciada pela temperatura e microbiota do meio ("água livre", sedimento, etc.) e "dominada" por bactérias psicrotóricas Gram-negativas (em regiões tropicais, registam-se maiores abundâncias de organismos Gram-positivos e bactérias entéricas)
- O nível de contaminação é, normalmente\*, baixo e insuficiente para causar doenças
- O problema advém das condições de armazenagem e/ou conservação\*\* que permitam o desenvolvimento microbiano!

\* naturalmente. \*\* e.g. temperatura, disponibilidade de substrato adequado (e.g. glucose, lactato).

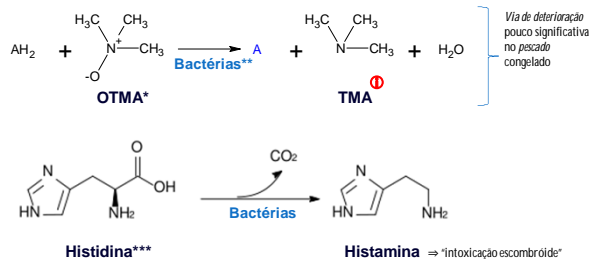
### A deterioração do pescado deve-se a uma fração (efémera) da microbiota inicial: SSO\*

Table 29.1 Ephemeral Spoilage Organisms (ESOs) in Seafood

Seafood	Typical ESO
Fresh and chilled, stored in air	<i>S. putrefaciens</i> -like <sup>b</sup> <i>Pseudomonas</i> spp. <sup>c</sup>
Fresh, chilled and stored in vacuum or modified atmosphere packaging	<i>P. phosphoreum</i> <sup>b</sup> Lactic acid bacteria <sup>a</sup> <i>B. thermosphacta</i> <sup>c</sup>
Fresh and lightly preserved products stored at ambient temperature	<i>Aeromonas</i> spp. <i>Vibrio</i> spp. Enterobacteriaceae <i>Enterococcus faecalis</i>
Sous-vide cooked and chill stored	Gram-positive spore formers
Lightly preserved <sup>d</sup> and chill stored	Lactic acid bacteria <sup>a</sup> Enterobacteriaceae <sup>a</sup> <i>P. phosphoreum</i> <i>Vibrio</i> spp.
Semi-preserved, salt cured and chilled	<i>Halobacterium</i> spp., <i>Halococcus</i> spp., and osmotolerant molds and yeasts
Fermented and chilled	Molds and lactic acid bacteria

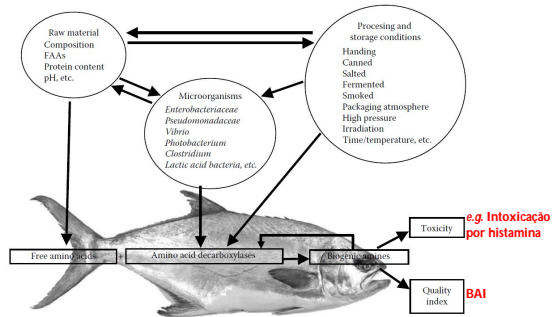
\* Specific (ou Ephemeral) Spoilage Organisms (Nollet e Toldrà, 2010, p. 539)

### A deterioração por ação de microrganismos tem a ver com ...



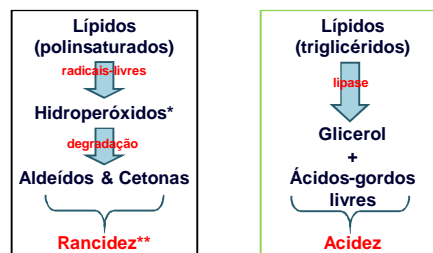
(Huss et al. 2004); \* f(x) de osmorregulação; \*\* Bactérias psicrotróficas Gram-negativo; (j) TMA é a principal causa dos odores característicos do pescado deteriorado; \*\*\* relativam/ a este FAA, reação similar ocorre no cérebro, e a histamina hipotalâmica atua como supressora appetite e controla a mastigação (Alasalvar et al., 2011 p. 406).

### Mas outras BA\* são produzidas\*\* a partir dos FAA\*\*\* por enzimas de origem bacteriana



\* Aminas biogénicas (e.g. putrescina, cadaverina, espermina, espermidina, ornitina/agmatina, tiramina); \*\* por descarboxilação dos \*\*\* aminoácidos livres (Nollet e Toldrà, 2010 p. 834).

### Quimicamente, i.e ao nível da oxidação e hidrólise dos lípidos ...



(Huss et al. 2004) \* relativamente instáveis à T(ambiente), são predominantes mas não os únicos produtos "primários" da oxidação. \*\* "descreve" conjunto de sabores e odores acres e desagradáveis.

### Quimicamente, i.e ao nível da oxidação e hidrólise dos lípidos, ...



A oxidação dos lípidos pode ocorrer por **auto-oxidação** (exposição ao oxigénio e consequentes reações autocatalíticas, em cadeia), **foto-oxidação** (induzida pela luz, UV) ou **oxidação enzimática**.

**Antioxidantes\*\***: a-tocoferol, ácido ascórbico, ácido cítrico, carotenoides, produtos naturais...

(Huss et al. 2004) \* relativamente instáveis à T(ambiente), são predominantes mas não os únicos produtos "primários" da oxidação. \*\* i.e. substâncias que retardam as reações de oxidação.

### As características do pescado\*, influenciam a deterioração\*\* cujos sinais são evidentes:

- cheiros e sabores desagradáveis ← A, M, Q
- formação de muco ← M
- produção de gás ← M
- coloração anormal ← A, (M), Q
- alterações na textura ← A, (M)

\* elevado teor em PROT e N<sub>160-prot.</sub> e.g. AA e OTMA, mas baixo teor em HC do músculo de que resulta um pH >6,0 (e, no caso dos peixes gordos, elevado conteúdo em triglicéridos de cadeia-longa polinsaturados); \*\* ... armazenagem em aerobiose (Huss 1997)

### Fatores "específicos" e a "manipulação" do *pescado* afetam a qualidade/deterioração...

**Espécie**  
 Anatomia (tamanho, espessura da pele, etc.)  
 Fisiologia (enzimas, pH, etc.)  
 Habitat (e.g. qualidade da água, poluição)

**"Manipulação"**  
 Captura (método/arte de pesca)  
 Cultivo (alimento, qualidade da água, abate, etc.)  
 Transporte (marítimo e terrestre)  
 "Processamento" (a bordo ou "em terra")

Nollet e Toldrà (2010, p.538)

### Fatores intrínsecos do *pescado* afetam a taxa relativa de deterioração *R* de forma distinta \*

Fatores	Taxa Relativa de Deterioração (R)	
	Rápida	Lenta
Dimensão	Pequeno	Grande
pH <i>post mortem</i>	pH elevado	pH baixo
[Gordura]	"Peixes gordos"	"Peixes magros"
Pele	Fina	Espessa

(Huss 1995); \* Exploraremos estes fatores (intrínsecos) mais adiante a *propos* da deterioração.

### A origem do *pescado* influencia a qualidade do *pescado*

- Temperatura da água ...**  
 "fish taken from warm waters keep better than fish from temperate [and cold] waters. (...) most hypotheses dealing with the long iced shelf life of tropical fish species have centred around **differences in bacterial flora.**"
- Sabores estranhos\* ...**  
 "can be attributed to feeding on different compounds or organisms. (...) The **larvae of *Mytilus spp.* cause a bitter taste in herring.** A very well known off-flavour is the **muddy-earthly taint in many freshwater fish** (...) mainly caused by geosmin and 2-methylisoborneol (...) produced by several bacterial taxa. (...) **Oil taint may be found in the fish flesh** in areas of [intensive] off-shore exploitation of oil [or maritime activity]"

(Huss, 1995); \* off-flavours.

### Fatores intrínsecos do *pescado* afetam a taxa relativa de deterioração *R* de forma distinta \*

Product	$E_a$	$a$
Cooked and brined MAP shrimps	~ 100	~ 0.15
Fresh seafood - Tropical waters	~ 80	~ 0.12
Fresh seafood - Cold waters	~ 61	~ 0.09
Packed cold-smoked salmon	~ 20	~ 0.025
Hot smoked and packed fish	-	-

(Dalgaard 2003)

### Cerca de 30% dos produtos da pesca podem ser perdidos por más práticas/condições a bordo...

- Práticas inadequadas
- Exposição ao sol
- Exposição ao ar
- Exposição ao vento
- Exposição a temperaturas elevadas
- Tempo excessivo entre captura e conservação
- Ambiente pouco limpo
- Caixas/contentores inadequados.

### A temperatura influencia o **crecimento** de microrganismos e a **deterioração** do *pescado*...

(Huss 1995)

A **refrigeração\*** é o método mais corrente de conservação de *pescado fresco/aquicultura...*

Pescado	0 °C		5 °C		10 °C	
	Tempo** (d)	R	Tempo** (d)	R	Tempo** (d)	R
"Pata de caranguejo"	10,1	1,0	5,5	1,8	2,6	3,9
Salmão	11,8	1,0	8,0	1,5	3,0	3,9
Dourada	32	1,0	---	---	8,0	4,0
Bacalhau embalado	14	1,0	6,0	2,3	3,0	4,7

A **utilização de gelo e câmaras frigoríficas** são os modos mais comuns, em termos comerciais e industriais.

(Huss 1995); \* A refrigeração é uma operação unitária que mantém temperatura do produto entre -1 e +8 °C... (Lidon & Silvestre 2008) \*\* tempo de conservação útil/de prateleira.

### Refrigeração em gelo



Produto fresco é todo o produto da pesca, inteiro ou preparado, incluindo os produtos acondicionados sob vácuo/atmosfera modificada que não tenham sofrido qualquer tratamento destinado à sua conservação, exceto a refrigeração.

Com o objetivo de manter  $0 < T < 4^{\circ}\text{C}$ , utiliza-se\* gelo sob várias formas:

- **Gelo (sólido):**
  - Moido
  - **Escama** (eficiente e económico)
  - Palheta
- **Gelo líquido.**
- Água do mar arrefecida (CSW) e água do mar refrigerada (RSW).

\* comercial- e/ou industrialmente (ver por ex. [http://www.youtube.com/watch?v=vR\\_r\\_y2o5LQ&list=PLblCZ-83Rm7zk026HZ79ZdpseO6MIHw\\_6&feature=player\\_detailpage](http://www.youtube.com/watch?v=vR_r_y2o5LQ&list=PLblCZ-83Rm7zk026HZ79ZdpseO6MIHw_6&feature=player_detailpage) (não represento ou subscrevo equipamento).

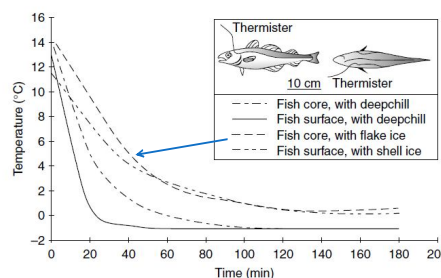


FIGURE 3.2 Cooling curves of cod in boxes with different types of ice (From Wang, M.-J., *Infofish Int.*, 2, 45, 2003. With permission from *Infofish*)

(Venugopal, 2005).

A quantidade de gelo  $M_{\text{gelo}}$  necessária para **arrefecer\*** o *pescado* é dada por:

$$M_{\text{gelo}} = \frac{M_{\text{pescado}} \cdot C_{\text{pescado}} \cdot \Delta T}{C_{\text{gelo}}}$$

$M_{\text{gelo}}$  é a massa de gelo (kg)  
 $M_{\text{pescado}}$  é a massa de *pescado* (kg)  
 $C_{\text{pescado}}$  é o calor específico do *pescado*, e.g. 0,8 kcal/kg °C para *pescado* "magro" ou\*\*  
 $C_{\text{pescado}} = 0,5p_L + 0,3p_S + 1,0p_A$   
 $C_{\text{gelo}}$  é o calor latente de fusão do gelo, i.e. 80 kcal/kg  
 $\Delta T$  é diferença entre temperatura inicial e final (°C)

(FAO, 1993); \* A quantidade de gelo para manter arrefecida uma quantidade de *pescado* é menos fácil de estimar (v. a seguir)...; \*\* ou seja, proporção de (L)ípidos, (S)ólidos e (A)gua.

A quantidade de gelo para **manter arrefecida** uma quantidade de *pescado* é menos fácil de estimar...

$$C_{\text{gelo}} \cdot \frac{dM_{\text{gelo}}}{dt} = -U \cdot A \cdot \Delta T$$

$C_{\text{gelo}}$  é o calor latente de fusão do gelo, i.e. 80 kcal/kg  
 $M_{\text{gelo}}$  é a massa de gelo (kg) fundida para compensar perdas térmicas  
 $t$  é o tempo decorrido (h)  
 $U$  é o coef geral de transferência térmica\*\*\* (kcal h<sup>-1</sup> m<sup>2</sup> °C)  
 $A$  é a área da caixa/contentor (m<sup>2</sup>)  
 $\Delta T$  é diferença entre temperatura exterior e do gelo (usualm/ 0 °C)

Considere-se: 1,13 kg gelo/h (caixa) e 0,17 kg gelo/h (contentor isolado)

(FAO, 1993, 1995); \*\*\* 0,22 (caixa em plástico/poliétileno PE); 0,108 (contentor isolado termicamente).

### O tempo de conservação útil em gelo varia de espécie para espécie!

**TABLE 3.2 Shelf Life of Some Commercial Fish Species in Ice**

Fish species	Shelf life (days) in ice
<b>Temperate, marine</b>	
Cod ( <i>Gadus morhua</i> )	12-15
Grenadier ( <i>Coryphaenoides</i> spp.)	14-18
Haddock ( <i>Melanogrammus aeglefinus</i> )	14-15
Hake ( <i>Merluccius</i> spp.)	8-15
Hallbut ( <i>Hippoglossus hippoglossus</i> )	21
Herring ( <i>C. harengus</i> )	5-7
Mackerel ( <i>Scomber</i> spp.)	7-9
Plaice ( <i>Pleuronectes</i> spp.)	14-18
Redfish ( <i>Sebastes</i> spp.)	13-15
Skate ( <i>Rajid</i> spp.)	12
<b>Tropical marine</b>	
Emperor	15
Red snapper ( <i>Lutjanus</i> spp.)	20
Grouper ( <i>Plectropomus</i> spp.)	28
Spanish mackerel ( <i>Scomberomorus</i> spp.)	11
Tuna	29
Sea bream ( <i>Pagellus</i> spp.)	22
Bumper ( <i>Chloroscombrus</i> spp.)	22
Catfish ( <i>Netuma serratus</i> )	20
Threadfin bream ( <i>Nemipterus</i> spp.)	21
Purple emperor ( <i>Lethrinus</i> spp.)	25
Stripped mullet ( <i>Mulil cephalus</i> )	21
Grunt ( <i>Pomadasys</i> spp.)	27
Gray mullet ( <i>Liza subviridis</i> )	29

Source: Adapted from Ninan, G., *Product Development and Seafood Safety*. Central Institute of Fisheries Technology, Cochin, India, 2003, pp. 44-57. With permission.

Venugopal (2005, p. 75)

### O tempo de conservação útil em gelo varia de espécie para espécie!

**Table 6.7 Shelf life of various fish species from temperate and tropical waters.** Prepared from data published by Larkin and Santos (1981), Powell et al. (1981), and Grau (1989) (in Eboos, 1995).

Species	Fish type	Shelf life (days in ice)	
		temperate	tropical
<b>Marine species</b>			
cod, haddock	lean	9-15	8-30
whiting	lean	7-9	
halib	lean	7-15	
breem	lean/low fat		10-31
croaker	lean		8-22
snapper	lean		10-28
grouper	lean		9-28
catfish	lean		16-19
pandora	lean		8-21
jobfin	lean		18-35
spottedfin	lean/low fat		21-28
baffish	lean		21-24
sole, plaice,	fat	7-21	21
flounder	fat	7-18	
halibut	fat	21-24	
mackerel <sup>1)</sup>	high/ low fat	4-19	14-18
summer herring	high fat	2-6	
winter herring	low fat	7-12	
sardine	high fat	3-8	9-16
<b>Freshwater species</b>			
lean		9-17	6-40
catfish	lean	12-13	15-27
trout	low fat	9-11	16-24
perch	lean/ low fat	8-17	13-32
stapia	lean	10-27	
mullet	lean	12-28	
carp	lean/ low fat	8-21	18-21
lungfish	lean/ low fat	11-25	
Haplochromis	lean	6	
shad	medium fat	25	
corvina	medium fat	30	
bagre	medium fat	25	
chirona	fatty	40	
trout	fatty	40	

<sup>1)</sup> fat content and shelf life subject to seasonal variation.

Huss (1995)

### Sistema de produção de gelo líquido...

Adaptado das notas preparadas por M. Leonor Nunes (2008).

### Sistema de produção de gelo líquido...

A temperatura depende da força iônica da solução e da percentagem da fração de gelo em suspensão. Por ex. salmoura a 3%, com 30% de cristais de gelo, a temperatura é de  $-2,4^{\circ}\text{C}$ .

Adaptado das notas preparadas por M. Leonor Nunes (2008).

### Como funciona um frigorífico?

<http://www.youtube.com/watch?v=HIsz9IcgSc> (NB. não subscrevo a marca/modelo).

### Como funciona um frigorífico?

**Figure 4.1** A basic refrigeration cycle.

(Hall, 2001)

A **congelção** é outro método, bastante generalizado, de conservação do **pescado**...

- **Produto congelado** é todo o produto da pesca que sofreu uma congelção que permita obter uma temperatura no seu centro térmico  $\leq -18\text{ }^\circ\text{C}$  após estabilização térmica\*
- Durante a **congelção**,  $-1 < T < -2\text{ }^\circ\text{C}$  e  $t < 2\text{ h}^{**}$ , converte-se a maior parte da água do pescado\*\*\* em gelo
- Permite períodos de conservação mais longos todavia... "atenção" à oxidação lipídica em peixes gordos.

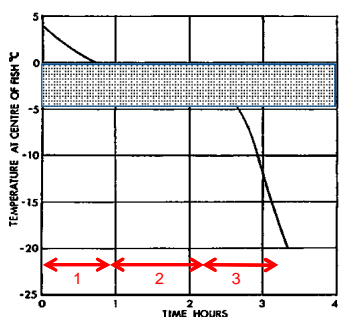
\* (DL 37/2004 de 26/2) em aplicações comerciais, até  $-20\text{ }^\circ\text{C}$ ; \*\* tempo de congelção; \*\*\* c. 75% do peso (Hall 2001).

A congelção é outro método, bastante generalizado, de conservação do **pescado**...

Velocidade* (cm h <sup>-1</sup> )	Tipo de congelador
0,2 a 0,4	Câmara (congeladora)
0,5 a 3,0	Congelador de placas e de ar-forçado
5,0 a 10	Congelador de ar-forçado e/ou de leito fluidizado
10 a 100	Congelador de azoto líquido ou dióxido de carbono

\* Velocidade de avanço da frente de gelo através do alimento (Hall 2001).

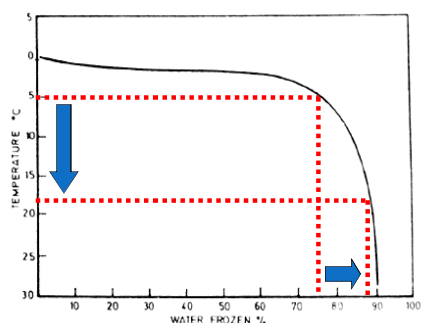
A **congelção** (que se pode dividir em três fases)...



(FAO, 1994) (1) fase de refrigeração, T desce até  $-1\text{ }^\circ\text{C}$  (ponto de congelção água livre), (2) fase (crítica) de cristalização – *paragem térmica* – (que deve durar  $\leq 2\text{h}$ ) em que ocorre congelção (Lidon & Silvestre, 2008).

... inclui a **fase de cristalização** (ou *paragem térmica*) que é crítica...

...não permite, ainda assim, "congelar" toda a água (até c. 80-95%)\*



(FAO, 1994). \* restante água (livre) fica disponível p/ reações enzimáticas durante conservação.

O **tempo de congelção** pode ser obtido numericamente...

- ... através de:
  - Eq. Planck (1941)
  - Eq. Planck (1941) *sensu* Nagoya et al. (1955)
  - Eq. Newmann (1959)
  - Eq. Cleland & Earle (1982)
- Todavia, qualquer solução matemática será aproximada e requiere validação prática, experimental.

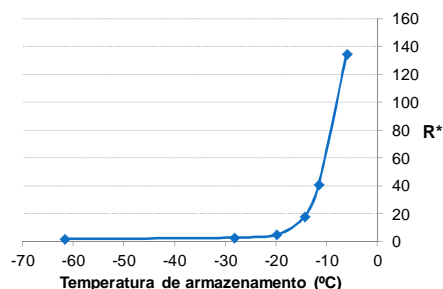
(Hall, 2001)

### A congelação tem efeitos *letais*\* sobre os microrganismos

Tempo (relativamente à congelação)	TVC** (ufc g <sup>-1</sup> )		
	Peixe fresco	Ligeiramente deteriorado	Bastante deteriorado
Imediatamente antes	25,0 x 10 <sup>3</sup>	500 x 10 <sup>3</sup>	1200 x 10 <sup>3</sup>
Imediatamente após	1,5 x 10 <sup>3</sup>	28 x 10 <sup>3</sup>	950 x 10 <sup>3</sup>
Após 1 mês a -18 °C	0,9 x 10 <sup>3</sup>	16 x 10 <sup>3</sup>	430 x 10 <sup>3</sup>
Após 6 meses a -18 °C		14 x 10 <sup>3</sup>	300 x 10 <sup>3</sup>
Após 12 meses a -18 °C	0,6 x 10 <sup>3</sup>	11 x 10 <sup>3</sup>	270 x 10 <sup>3</sup>

(Sikorski 1990); \* parece que não é bem assim mas...; \*\* Total Viable Count (Contagens [dos Aeróbios] Totais) i.e. nº bactérias presentes num produto alimentar obtido em condições ótimas de cultura. (FAO 1994).

### O tempo de armazenamento após congelação depende da temperatura...



(Martin & Flick 1990). \* taxa relativa de deterioração.

### O tempo de armazenamento após congelação depende da temperatura...

Grupo	Temperatura de armazenamento			
	-5 °C	-10 °C	-20 °C	-30 °C
Peixes gordos	12 dias	24 dias	60 dias	6 meses
Peixes magros	21 dias	40 dias	75 dias	8 meses

(Brito 1984)

### O tempo de armazenamento após congelação depende da temperatura...

Table 27.2. Practical Storage Life for Aquatic Foods (Months)

	Temperature		
	-12°C/10°F	-18°C/0°F	-24°C/-12°F
Fatty fish, glazed	3	5	> 9
Lean fish	4	9	> 12
Lean fish fillets	—	6	9
Lobster, crab, shrimp in shell	4	6	> 12
Shrimp, cooked peeled	2	5	> 9
Clams, oysters	4	6	> 9

Source: Adapted from Institut International du Froid 1986.

(Rasco e Bledsoe em Smith e Hui, 2004)

### Num congelador de placas\*...



Fonte: <http://www.illusci.com/>

Fonte: <http://www.bj-refrigeration.com.au/products.htm>

...o produto está em contacto directo com placas metálicas ocas\* através das quais circula um fluido frio (c. -40 °C). Utilizados na indústria da pesca tanto a bordo (placas verticais) como em terra (placas horizontais).

\* horizontais ou verticais

### Num congelador de placas\*...



<http://www.youtube.com/watch?v=SjNhytloO4> (min. 05:00 em diante)  
<http://www.youtube.com/watch?v=hC8hPjwpc> (a partir min. 1:00)

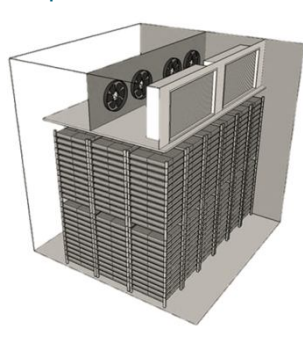
\* horizontais ou verticais

Num congelador de ar-forçado e/ou leito fluidizado...



...uma corrente contínua (4-6 m s<sup>-1</sup>) de ar frio (c. -35/-40 °C) passa sobre o alimento. Muito versáteis e de utilização corrente na indústria pesqueira.

É comum usar túnel de congelação para embalagens de pescado



É comum usar túnel de congelação para embalagens de pescado

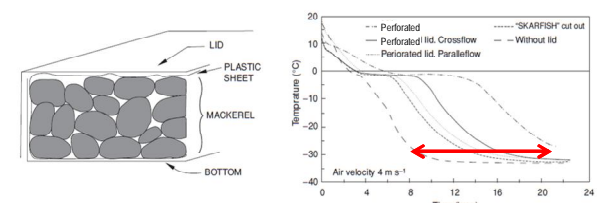
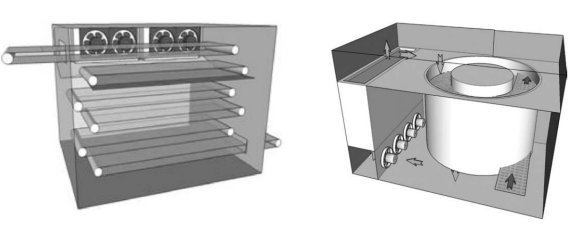


Fig. 7.2 Traditional packing of pelagic fish in 20 kg carton box and effects of perforation and removal of lid. SKAARFISH cut means that the letters SKARFISH were cut out in the lid.

Congelação em *contínuo* é ...



Magnussen et al. (2008)

No caso de espécimes grandes (e.g. atum) a congelação decorre em salmoura (e.g. NaCl)



There are many practical problems in brine freezing, such as corrosion and labour demand, and the method is used only for some fishes and mainly on vessels (Evans, 2008, p. 160).

A vidragem\* realiza-se (quase) exclusivamente no *pescado*

- Consiste em **mergulhar\*\*** uma ou mais vezes o *pescado* (inteiro/com pele) já congelado em água potável\*\*\* durante alguns segundos/minutos
- Forma-se, então, à sua volta, uma **película de gelo** (o vidrado)
- O **vidrado protege** o *pescado* congelados de danos físicos, sujidade e contaminações mas, fundamentalmente, da desidratação e da oxidação durante o armazenamento

\* Manual ou mecânica; \*\* ou pulverizar; \*\*\* ou solução contendo aditivos apropriados (cf. Lidon & Silvestre 2008).



*Pescado preparado\** foi sujeito a operação\*\* que alterou a integridade anatómica

a) Inteiro; b) Eviscerado; c) Descabeçado e eviscerado; d) Descabeçado; e) Cortado às postas; f) Filete; g) Filete com corte em V.

*Pescado preparado\** foi sujeito a operação\*\* que alterou a integridade anatómica

a) Inteira; b) Braços; c) Corpo eviscerado; d) Argolas; e) Copo eviscerado; f) Manto aberto

*Pescado preparado\** foi sujeito a operação\*\* que alterou a integridade anatómica

<http://www.youtube.com/watch?v=UvYQd8yVc>

O enorme "crescimento" do *surimi* e *pescado picado\** justifica a referência (breve) aqui...

No Japão...

Milkfish (*Chanos chanos*)  
Kamaboko

Surimi\*\*

No Ocidente...

Pescado picado

\* cf. NP 3148 (1988); \*\* "surimi é um produto intermédio" cujo objetivo é a recuperação, concentração e proteção das proteínas (e.g. actina e miosina) constituintes do músculo do pescado/peixes brancos.

No entanto, bastantes vezes o *pescado* é mesmo transformado\*...

- m) "**Transformação**", ação que assegura uma modificação substancial do produto inicial por aquecimento, fumagem, cura, maturação, secagem, marinagem, extração, extrusão ou uma combinação destes processos (...)
- o) "**Produtos transformados**", géneros alimentícios resultantes da transformação de produtos não transformados. Estes produtos podem conter ingredientes que sejam necessários ao seu fabrico, por forma a dar-lhes características específicas.

\* Regulamento (CE) 852/2004

*Pescado transformado* foi submetido a um ou vários processos físico-químicos:

**Aquecimento**

**Defumação\***

**Salga**

**Secagem**

}

**Marinada**

**Conserva**

cura\*\* é, quiçá, o conjunto mais antigo de técnicas de conservação de pescado – evidências de há 20.000 a.P. em Espanha, várias ruínas Romanas e séc. IX-XI na Escandinávia (Hall, 2011).

\* ou fumagem! \*\* ou seja, pescado curado.

A efetividade da conservação pós-processamento\* tem a ver diretamente com  $a_w$

- Uma definição formal da **atividade da água** é

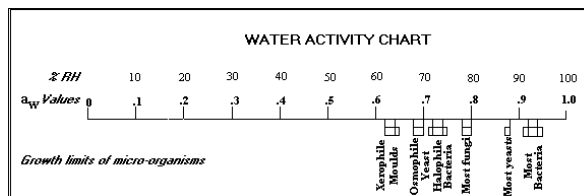
$$a_w \equiv \frac{p}{p_0}$$

em que  $p$  é a pressão do vapor de água no alimento e  $p_0$  é a pressão do vapor de água pura à mesma  $T$  (°C)

- $0 < a_w < 1$
- expressa o teor de água livre no alimento disponível para crescimento microbiano e para atividade química e/ou enzimática

\* i.e. a inibição do crescimento de microrganismos e/ou extensão da vida útil

A atividade da água limita o crescimento dos microrganismos...



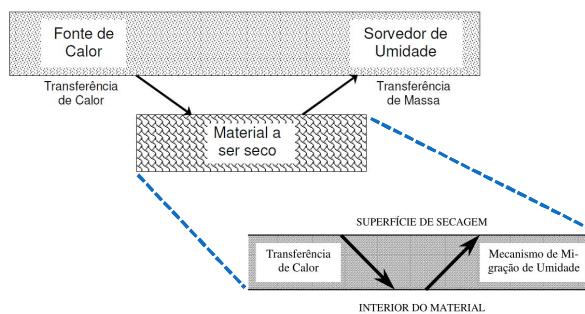
A atividade da água limita o crescimento dos microrganismos...

**Table 3.2** Limiting water activity for growth of some micro-organisms and their relationship to a variety of curing applications.

Water activity ( $a_w$ )	Micro-organisms inhibited	Curing applications
1.00	None	Fresh fish
0.95	Gram rods-negative ( <i>E. coli</i> ), Bacillaceae spores	7.5% salt (NaCl) solution
0.91	Most cocci, lactobacilli, Bacillaceae vegetative cells	12.5% salt solution
0.85	Most yeasts	15% salt solution
0.80	Most moulds, <i>Staphylococcus aureus</i>	Air-dried fish
0.75	Halophilic bacteria	26% salt solution; kench-cured cod before drying
0.65	Xerophilic moulds	5% moisture content fishmeal; stockfish
0.60	Osmophilic moulds	Dried kench-cured cod

(Hall 2001)

A secagem consiste na remoção da água de uma substância sob a forma de vapor...



Para a **secagem de pescado** podem ser empregues três tipos de processos:

- Contacto direto** com superfícies aquecidas ou **ar quente\*** à  $P_{atm}$
- Em vácuo** (transferência de calor por condução/contacto com superfície aquecida/radiação)
- Por liofilização** i.e. vapor de água sublimado diretamente do produto congelado

\* A **secagem de pescado ao ar** utiliza o movimento do ar quente sobre o pescado para "arrastar" a humidade – pretende-se o "controlo de humidade" (Lidon & Silvestre, 2008).

Nazaré, Portugal



Vestresand, Noruega



Fonte: [http://www.jurjen.com/interia\\_enrope/pages/680004.html](http://www.jurjen.com/interia_enrope/pages/680004.html)

© COPYRIGHT JURJEN BRENTH

Ngapali, Birmania



Fonte: <http://www.pbase.com/asanodysey/image/18219927>

Iquitos, Peru



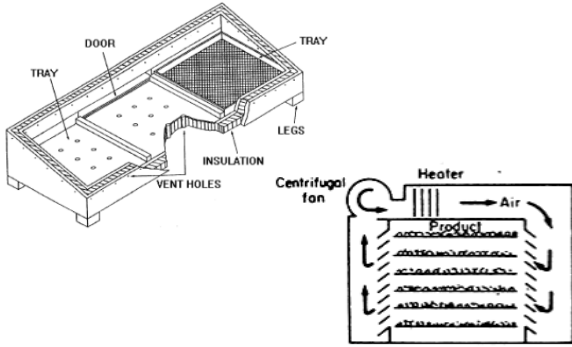
Fonte: <http://www.explorations.com/PhotoGallery/>

Elmina, Gana



Fonte: <http://features.photobank.com/image/1000241up/GROUNGE>

A escolha do secador depende de vários fatores



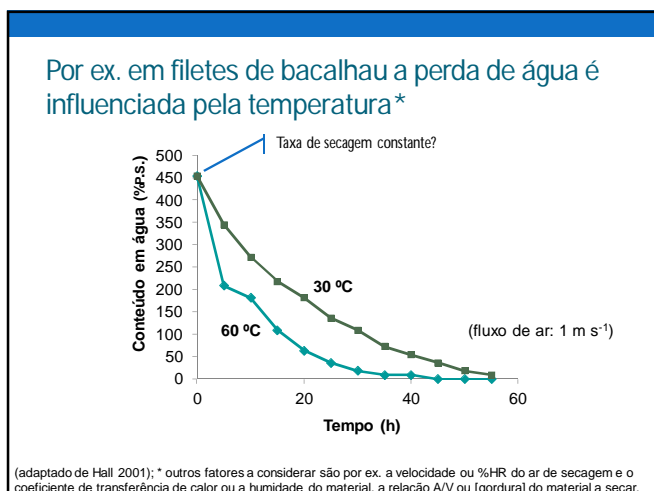
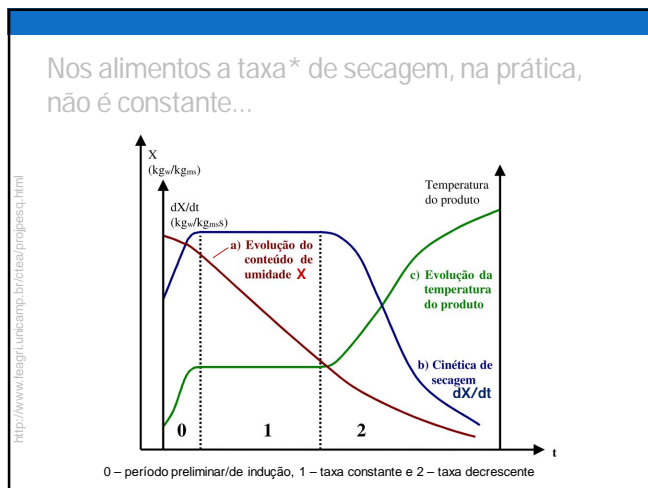
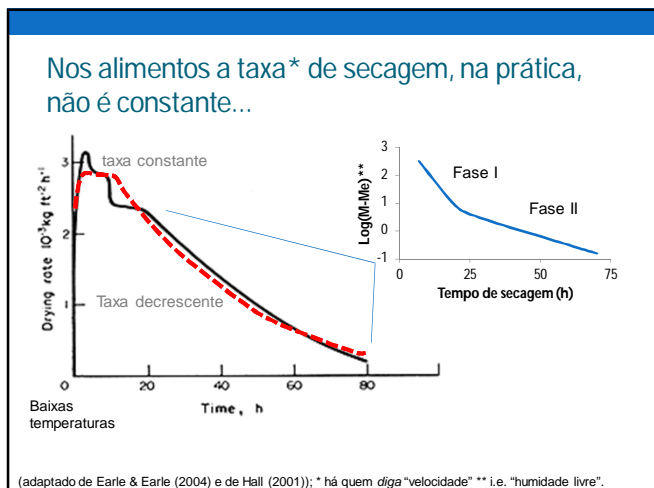
Fonte: [http://www.tdga.org/technical\\_enquiries/drying\\_of\\_foods.pdf](http://www.tdga.org/technical_enquiries/drying_of_foods.pdf)

Fonte: <http://www.nzfst.org.nz/units/operations/drying7.html#tray>

A escolha do secador depende de vários fatores



Fonte: [http://www.allsas.com/products/egg/303652822/HgLL\\_efficiency\\_18k\\_drying\\_machines.html](http://www.allsas.com/products/egg/303652822/HgLL_efficiency_18k_drying_machines.html)



A **salga**\* decorre do aumento da concentração do meio interno induzida pelo excesso de sal...

Com objetivos organoléticos e preparatória de outro processo.

Utilização prolongada de salmouras saturadas com intuito de aumentar tempo de conservação subsequente.

**Salmoura (rápida<sup>1</sup> ou prolongada<sup>2</sup>)**

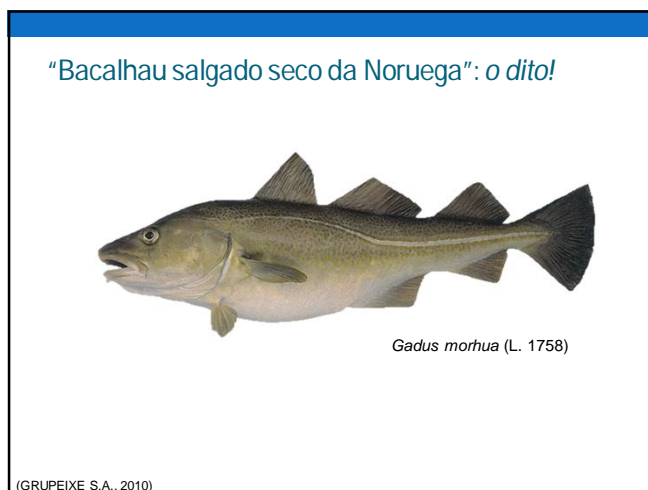
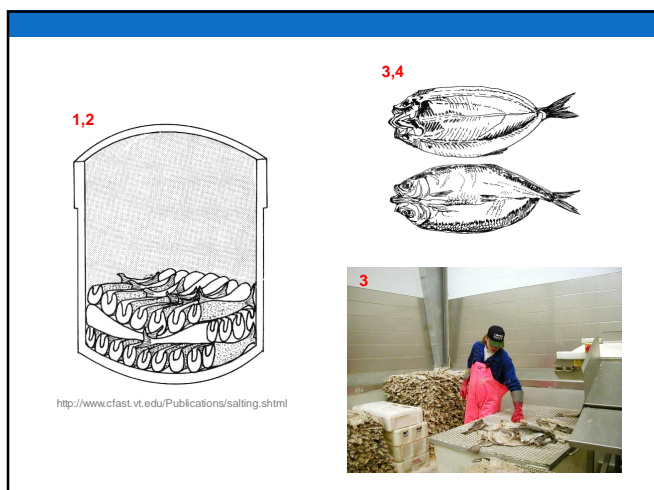
**Salgado verde<sup>3</sup> ("em seco")**

**Gaspé ou "suave"<sup>4</sup>**

Como salgado verde, mas em barris e sem eliminar exsudado (2 - 3 dias). Depois, o pescado é seco ao sol ou em fornos.

Pescado é escalado e posteriormente disposto em camadas intercaladas com capas de sal (os líquidos exsudados são eliminados).

(Hall 2001) \* i.e. desidratação dos tecidos (vz. desidratação osmótica).



"Bacalhau salgado seco da Noruega": *escala*



(GRUPEIXE S.A., 2010)

"Bacalhau salgado seco da Noruega": *salga\**



(GRUPEIXE S.A., 2010) \* ca. 1 mês.

"Bacalhau salgado seco da Noruega": *secagem\**



Secagem natural ("diurna")\*\*



Secagem artificial (36-120h)\*\*\*

(GRUPEIXE S.A., 2010) \* para humidade final <47%; \*\* ao ar, de preferência a 16-28 °C e 70% HR; \*\*\* corrente de ar quente e seco: 1-2 m s<sup>-1</sup>, 16-26 °C e 55-65% (...) (Lidon & Silvestre, 2008).

Porquê **usar fumo** para a conservação de pescado? *Descoberta* foi acidental mas...

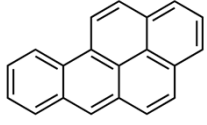



"[Seemingly] most of the Caribbean and Amerindian tribes used the *barbacoa* for drying and smoking fish (...)"

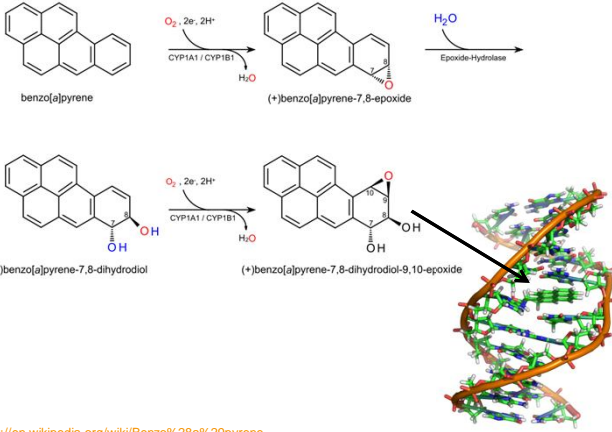
Porquê **usar fumo** para a conservação de pescado? *A fumagem* contribui para...

- Desidratação superficial\*
- Redução\*\* a<sub>w</sub> para <0,95
- Deposição de fenóis, formaldeído e nitritos\*\*\*
- Deposição de outras substâncias fenólicas<sup>§</sup>...

... mas também se podem depositar substâncias carcinogénicas, p. ex. Benzo[a]pireno

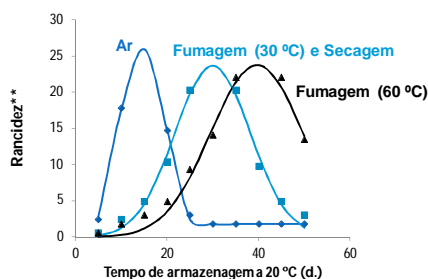


\* Originam "barreira física à penetração" dos microrganismos; \*\* através da salga prévia (vd. adiante); \*\*\*Inibem a proliferação microbiana; § Retardam a auto-oxidação (e a rancidez) dos lípidos (Hall 2001; Sikorski 1990).



<http://en.wikipedia.org/wiki/Benzo%28a%29pyrene>

A deposição de substâncias fenólicas *retarda* a auto oxidação dos lípidos\* em pescado



\* geralmente muito insaturados. \*\* Índice de Peróxido (equiv. ml 0,002N Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/g gord.) (adapt. Hall (2001))

Existem dois métodos (principais) de fumagem\*:

**A frio**, i.e. ≤30 °C, evitando cozedura do peixe e coagulação das proteínas

**A quente**, T≤120 °C (mas T≥60 °C no "centro térmico"), de modo a que proteínas coagulem e o produto fique "pronto a consumir"

Atualmente também se utiliza processo com **placas termoestabilizadas** (em c. 30% dos produtos) **ou** (em c. de 5%) **fumo líquido!**

(Sikorski, 1990). \* que representam **ca.65% dos produtos fumados** (vd. Arvanitoyannis et al. *Food Bioprocess Technol* (2012) 5:831–853).

A preparação do pescado e o fumo são (muito) importantes para o processo...

**Antes**

- Abertura e limpeza do *pescado*
- Salga (em salmoura, e.g. 70-80%)
- Colocação (para obter película lustrosa)

**Durante**

- Queima (lenta, sem chama)<sup>§</sup> da serradura\* a 400 °C com fluxo (1500 L/h) azoto\*\*
- Oxidação a 200 °C\*\*\* com fluxo de ar 1500 L/h por cada 50 g de serradura

**Depois**

- Arrefecimento
- Embalagem (e conservação)

(Hall 2001). \* A espécie arbórea (e.g. faia, carvalho, cerejeira, ou noqueira) afeta o aroma do produto final! \*\* ou pelo menos, numa atmosfera deficiente de O<sub>2</sub>! \*\*\* na fumagem a frio T=30 °C. § ou "smo(u)ldering" (EN).

Forno de fumagem industrial automático...



[http://www.servival.com/fornos\\_de\\_ahumar.html](http://www.servival.com/fornos_de_ahumar.html)

Fumo líquido (LS)

"consiste na atomização (vaporização) do LS fornecido pela condensação de fumo de madeira"

Pode ser aplicado por aspersão ou imersão.

Arvanitoyannis et al. (2012)

Existem outros métodos *xpto\** de conservação e/ou processamento de *pescado*:

- Acidificação (diminuir pH)
- Liofilização (=congelação + "secagem")
- Pasteurização (útil em crustáceos cozidos em alto-mar)
- Radurização e Irradiação (raios g C e b) e Radiação UV
- Pulsos de luz intensa (BSPL) e Pulsos elétricos de alta intensidade (HELP)
- Alta pressão hidrostática (HPP)
- Processos mistos, etc.

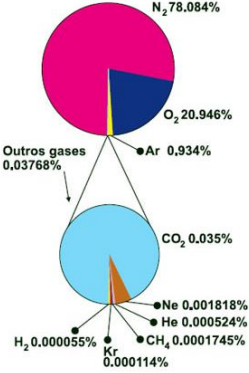
\* E que não serão abordados, de facto, nesta UC.

O *pescado* pode ser embalado em vácuo\* que decorre da extração do ar\*\* das embalagens!

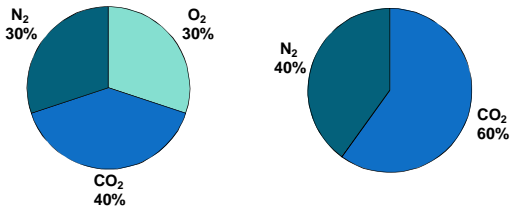


\* (ainda que seja "impossível" criar um "vácuo total"); \*\* do interior

Atendendo a que o ar atmosférico é...



... o *pescado* pode ser embalado em atmosfera modificada\* (MAP). Tipicamente...



\* Método evoluiu muito desde a "descoberta" do efeito inibidor de teores 10–20% de CO<sub>2</sub> (<4°C) sobre o crescimento de *Pseudomonas* spp. na década de 1930. A UK Sea Fish Authority recomenda razão gás: produção de 3:1 e mínimo de 20% [CO<sub>2</sub>] para ser estender o tempo de conservação útil (Alasalvar et al. 2010)

MAP diminui o crescimento de microrganismos e prolonga o tempo-de-vida-útil

- MAP inibe o crescimento de microrganismos (de deterioração) psicrófilos Gram-negativos, e.g. *Pseudomonas* spp e *S. putrefaciens* e *P. phosphoreum*, embora o risco de 'crescimento' e produção de toxinas por *Clostridium botulinum* (Tipo E) ou desenvolvimento de *L. monocytogenes*, permaneçam!
- O efeito inibitório sobre o microbiota de deterioração é maior a temperaturas mais baixas\*

(Sikorski, 1990). \* atente-se na relação entre a solubilidade do CO<sub>2</sub> e a temperatura do meio; \*\* (bivalve).

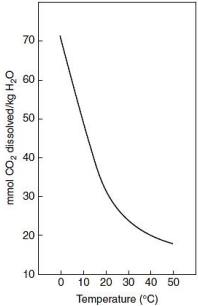


FIGURE 6.3 Solubility of CO<sub>2</sub> as a function of temperature (From Ronner, U., in *Food Preservation by Combined Processes*, Leistner, L. and Gorris, G.M., Eds. Final Report, FLAIR Concerted Action, No. 7 Subgroup B, Food-Linked Agro-Industrial Research, EUR 15776 EN, 1995, The Netherlands. With permission)

(Venugopal, 2005)

O tempo-de-prateleira de vários produtos da pesca quase duplica, mas...

Species	Temp (°C)	Gas	MAP shelflife	Extension (cf air)
White fish	5	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>	9	1.5x
Whiting	26	CO <sub>2</sub>	2	1x
Whiting	4	CO <sub>2</sub>	15	2x
Rockfish	1.7	CO <sub>2</sub> /Air	13	2.2x
Rock cod	4	CO <sub>2</sub> /Air	21	3x
Mackerel	0	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	6.5	1.9x
Trout	1.7	CO <sub>2</sub> /Air	20	1.7x
Scallops	4	CO <sub>2</sub>	22	1.8x
Shrimp	4	CO <sub>2</sub>	15	3x
Scampi	0	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>	4.5	1.5x
Crab	1.7	CO <sub>2</sub> /Air	25	1.8x
Crayfish	4	CO <sub>2</sub> /Air	21	3x

From Farber et al. (1991) and Church et al. (1998)

O tempo-de-prateleira de vários produtos da pesca\* (a 0 °C) quase duplica, mas...

TABLE 6.1 Recommended MAP Conditions for a Variety of Nonrespiring Food Products

Product	Gas mixture	Gas volume (ml/100 g product)	Shelf life (days)		Storage temperature (°C)
			Air	MAP	
★ Fatty fish	60-70% CO <sub>2</sub> , 30-40% N <sub>2</sub>	200-300	3-5	5-9	0-3
★ Cooked fish products	80% N <sub>2</sub> , 20% CO <sub>2</sub>	50-100	2-4	28-35	4-6
Poultry meat	50-80% CO <sub>2</sub> , 20-50% N <sub>2</sub>	100-200	7	16-21	2-3
Sausages	80% N <sub>2</sub> , 20% CO <sub>2</sub>	50-100	2-4	28-35	4-6
Hard cheeses	80-100% O <sub>2</sub> , 0-20% N <sub>2</sub>	50-100	14-21	28-70	4-6
Rye-wheat bread	20-40% CO <sub>2</sub> , 60-80% N <sub>2</sub>	50-100	2-3	14	20-25
Pizza	30-60% CO <sub>2</sub> , 40-70% N <sub>2</sub>	50-100	7-14	14-35	4-6

Source: Ronner, U., in Food Preservation by Combined Processes, Leistner, L. and Gorris, G.M., Eds. Final Report, FLAIR Concerted Action, No. 7 Subgroup B, Food-Linked Agro-Industrial Research, EUR 15776 EN, 1995, The Netherlands. With permission.

(Venugopal, 2005)

As conservas de *pescado* baseiam-se na destruição térmica dos microrganismos...

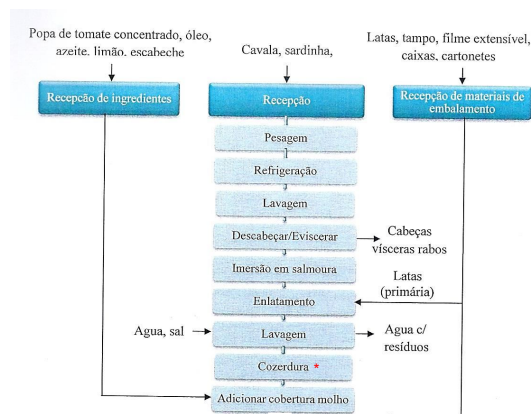
- Através da **esterilização** em autoclave do conteúdo das latas\*\* pelo **calor** (110-120 °C) e sob **pressão elevada** (1,5-2 bar\*\*\*)
- Existem três "**máximas**" de segurança do produto enlatado/de conserva
  - **Integridade** (da selagem) da embalagem
  - Processo térmico de **letalidade adequada**
  - **Higiene escrupulosa** nas etapas posteriores "ao processo".

(Hall 2001). \*\* ou seja, *pescado* e salmoura/molho; \*\*\* 1 bar=100 kPa=0,987 atm.

As operações da produção de conservas podem dividir-se em 3 "fases" ...

- **Operações prévias**
  - Remoção da pele
  - Filetagem ou Salmoura\* ou "Escabeche" ou Fumagem
  - Cocção prévia (de peixes magros)
- **Vácuo\*\***
  - Enchimento com salmoura ou molho
  - Selagem
  - Verificação da integridade da selagem
- **Esterilização...**
  - **Apertização** *i.e.* processo térmico (temperatura-tempo) aplicado a alimento acondicionado em embalagem hermética resistente ao calor; geralmente usando vapor saturado sob pressão em autoclaves.

\* ou seco salgado; \*\* para prevenir aumento da pressão durante esterilização e reduzir oxidação do conteúdo e corrosão interna da lata. (Lidon & Silvestre, 2008).



\* 100 °C 25-30 min.

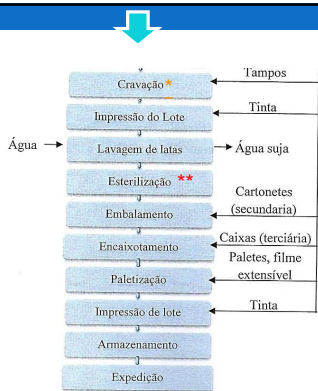
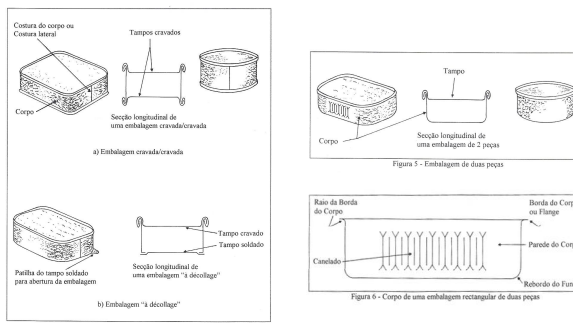


Figura 5) Diagrama de processo de conservas enlatadas a cru.

Ramires (2012) Relatório de Estágio. \* *i.e.* fecho hermético das latas que exige CQ. \*\* 118 °C e 45 min.

As embalagens metálicas rígidas usadas são de dois tipos básicos: de 3 peças ou de 2 peças.



Florêncio (1996).

**Cravação** é a costura de ligação do tampo ao corpo da lata, pelo enganchamento e aperto do orleado do tampo com a borda do corpo.

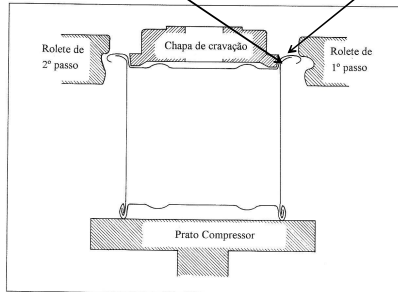


Figura 13 - Esquema básico da cravadeira

Florêncio (1996)

**Cravação** é formada numa operação mecânica. No 1º passo... **engancheamento**

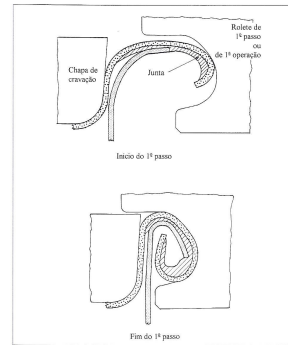


Figura 14 - Primeira operação da formação da cravação

Florêncio (1996)

**Cravação** é formada numa operação mecânica. No 2º passo... **aperto**

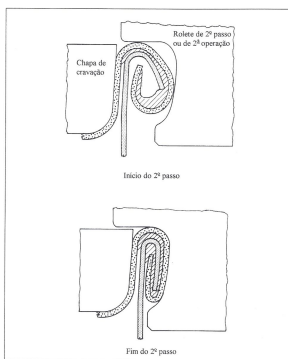


Figura 15 - Segunda operação da formação da cravação

Florêncio (1996)

O CQ da cravação deve ser regular/diário\*

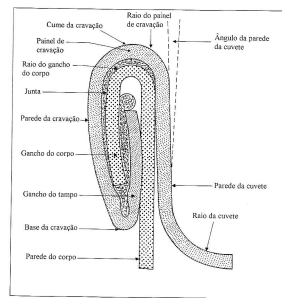


Figura 11 - Terminologia geral da cravação

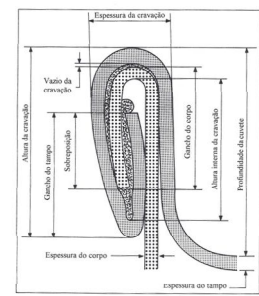


Figura 12 - Terminologia dimensional da cravação

Florêncio (1996).

A análise da cravação envolve:

- Inspeção visual\* e dimensional exterior
- Inspeção visual\* e dimensional interior
  - por seccionamento – com serra
  - por descorticação – desmontagem com alicate
- Medição das espessuras do tampo e corpo da embalagem.

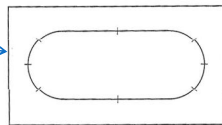


Figura 7 - Embalagens retangulares

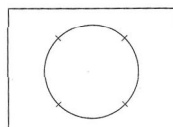


Figura 8 - Embalagens redondas.

Florêncio e Albuquerque (1996). \* vd. Florêncio (1996)

(imagens de CQ de cravação)

**Esterilização** pode ocorrer, por exemplo, em autoclaves horizontais\*



vd. [http://www.consul.pt/pt/fases\\_7.asp](http://www.consul.pt/pt/fases_7.asp) ou <http://www.youtube.com/watch?v=BP7eRC4jAmc> (>3:15 min.).

Vídeos no *youtube* acerca da produção, conservação e processamento de *pescado*...

- (produção) <http://www.youtube.com/watch?v=fQtHu5nZiWM>
- (comércio em fresco) <http://www.youtube.com/watch?v=uiMwVlgpKX38&feature=related>
- (inspeção na lota) <http://www.youtube.com/watch?v=4IAjQKvM2wM&feature=related>
- (limpeza cefalópodes) <http://www.youtube.com/watch?v=ZdWA-hEu1UJ&feature=related>
- (congelação/vidragem) <http://www.youtube.com/watch?v=NrtT49uWKFw>
- (conservas) <http://www.youtube.com/watch?v=BP7eRC4jAmc&feature=related>
- (processamento pescado)  
[http://www.google.pt/ur?q=http://www.youtube.com/watch%3Fv%3D7d\\_Zn2Dj-NI&ei=9IKOS\\_G0O5LWmQPbnvQCw&sa=X&oi=video\\_result&resnum=9&cl=thumbn&lved=0CCKQuAlwCA&usq=AFOjCNGM9uk1TeKCeMRugnV6-jkW\\_62vzQ](http://www.google.pt/ur?q=http://www.youtube.com/watch%3Fv%3D7d_Zn2Dj-NI&ei=9IKOS_G0O5LWmQPbnvQCw&sa=X&oi=video_result&resnum=9&cl=thumbn&lved=0CCKQuAlwCA&usq=AFOjCNGM9uk1TeKCeMRugnV6-jkW_62vzQ)
- (cadeia distribuição)  
<http://sic.sapo.pt/online/video/informacao/Reportagem+SIC/2009/11/cadeia-alimentar24-11-2009-141415.htm>

Para saber mais\* ...

- Hall G.M. (editor) (2001) Tecnología del procesado del pescado. Editorial Acribia S.A., Zaragoza.
- Lidon F. & M.M. Silvestre (2008) Conservação de alimentos. Princípios e metodologias. Escolar Editora, Lisboa.
- Sikorski Z.E. (editor) (1990) Seafood: resources, nutritional composition, and preservation. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- (FAO 1995) Huss H.H. (1995) Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper No. 348.
- (FAO 1994) Huss, H.H. (1994) Assurance of seafood quality. FAO Fisheries Technical Paper, No. 334. ou na versão portuguesa Huss, H.H. (1997) Garantia da qualidade dos produtos da pesca. *FAO Documento Técnico sobre as Pescas*, No. 334.
- (FAO 2003) Huss, H.H., Ababouch L. & L. Gram (2003) Assessment and Management of Seafood Safety and Quality. FAO Fisheries Technical Paper No. 444.
- Martin R. E. & G.J. Flick (editors) (1990) The seafood industry. Osprey Book/Van Nostrand Reinhold, NY.
- Earle R. L. com M. D. Earle (2004) Unit Operations In Food Processing, Web Edition. The New Zealand Institute of Food Science & Technology (Inc.).
- (FAO 1993) Graham, J.; Johnston, V.A.; Nicholson, F.J. (1993) El hielo en las pesquerías. *FAO Documento Técnico de Pesca* No. 331.
- Florencio (1996) Manual de identificação e classificação de defeitos visuais exteriores nas embalagens metálicas de conservas de pescado. *Relat. Cientif. Técn. IPIMAR*, 16.
- Florencio & Albuquerque (1996) Parâmetros de cravação. *Relat. Cientif. Técn. IPIMAR*, 20.
- Venugopal, V. (2005). *Seafood Processing: Adding Value Through Quick Freezing, Retortable Packaging and Cook-Chilling*. CRC Press.

\* Referências "em falta" encontram-se na 1ª parte.