

# Efeito da atmosfera modificada sobre a conservação de lombo de atum (*Thunnus albacares*) embalado

## Effect of modified atmosphere packing on tuna-fish (*Thunnus albacares*) loin conservation

Wagner Guedes,\* Eliane Teixeira Mársico,\*\* Leonardo Pessanha Silva,\* Edivaldo Sampaio de Almeida Filho,\*  
Mônica Queiroz de Freitas,\*\* Sérgio Mano\*\*

### Resumo

O trabalho objetivou avaliar o efeito da atmosfera modificada em lombo de atum (*Thunnus albacares*) embalado. As amostras foram submetidas a cinco tratamentos: embaladas a vácuo e com aproximadamente 1,5 L de: ar (100%), CO<sub>2</sub> (100%), 40/60 e 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. Durante os 20 dias de armazenamento, tomaram-se amostras determinando o pH, a produção de bases voláteis totais (BVT), a concentração de histamina e a contagem total de microrganismos heterotróficos aeróbios mesófilos. Os parâmetros de crescimento (fase de latência, tempo de duplicação e contagem na fase estacionária de crescimento) foram determinados através da equação modificada de Baranyi. Observaram-se diferenças marcantes entre as amostras mantidas em aerobiose e os demais tratamentos. Pôde-se concluir que a embalagem com 100% de CO<sub>2</sub>, se destacou das demais, apresentando um bom desempenho na preservação do lombo de atum, estendendo o prazo de vida comercial, sendo eficaz para manutenção dos parâmetros físico-químicos dentro dos limites de aceitabilidade propostos pela legislação vigente.

*Palavras-chave:* atum; atmosfera modificada; vida comercial.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of modified atmosphere packing on tuna-fish (*Thunnus albacares*). The samples were submitted to 5 treatments: vacuum packed and with approximated 1,5 L of: air (100%), CO<sub>2</sub> (100%), 40/60 and 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. During the 20 days of storage, samples were collected to determine the pH, total volatile bases (TVB), histamine concentration and total viable count (TVC). The growth parameters (lag phase, doubling time and the counting during the stationary phase) were determined by Baranyi modified equation. It was observed that the samples kept in aerobiosis showed a quick increase in TVB values, reaching their peak on the 20<sup>th</sup> day of storage (27.5 mg TVB-N/100 g). The production of TVB in the other samples stayed, during storage period, around 11 mg de TVB-N/100 g. The samples packed under aerobiosis showed an increase in their pH as of the 13<sup>th</sup> storage day, reaching a maximum of 6.43 on the 15<sup>th</sup> day. The other atmospheres presented similar pH patterns, with little difference from the initial sample. Except for the samples kept in aerobiosis, in which it was detected approximately 10 mg/100g of histamine on the 15<sup>th</sup> storage day, all the other samples presented non-detectable levels of histamine during storage. The TVC in samples packed under aerobiosis, as of the 7<sup>th</sup> day stood out, this bigger growth was sustained until the last day of storage, in which, higher TVC was found in vacuum packed samples and 40/60 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>. The 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> and 100% CO<sub>2</sub> atmospheres did not reach as high TVC results as the other 3 atmospheres. The 100% CO<sub>2</sub> atmosphere reached the proposed limit just on the last day of storage (7.4 Log de UFC/g). It can be concluded that the 100% CO<sub>2</sub> packing, stood out in relation to the others, showing good performance preserving tuna-fish loin, extending shelf-life, being effective in keeping the quality parameters within the limits of acceptance proposed by the Brazilian standards.

*Keywords:* tuna-fish, modified atmosphere, shelf-life.

### Introdução

Praticamente todo o atum comercializado no Brasil e, também em outros países, encontra-se sob a forma de conservas enlatadas. Porém, o interesse por filés frescos e congelados vem crescendo, provavelmente pelo aumento do interesse por comida japonesa (López-Gálvez et al., 1995).

Quando mantido sob refrigeração e gelo, a vida de prateleira do pescado pode ser estabelecida em aproximadamente dois a 14 dias, dependendo da espécie, local de captura e estação do ano. Este tempo pode ser considerado suficiente para a distribuição local do produto, porém, ao se pensar em transportá-lo por longas distâncias, a refrigeração mostra-se ineficaz.

\* Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária (Mestrado) – Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense.

\*\* Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal Fluminense. Rua Vital Brazil Filho, 64. Niterói, RJ. 24230-340. Brasil.

Autor para correspondência: Sérgio Borges Mano. E-mail: mtasbm@vm.uff.br.

Vários estudos em produtos de origem animal têm sido realizados visando avaliar o efeito da embalagem em atmosfera modificada (EAM) sobre a sua conservação. Esta consiste em substituir o ar que rodeia o produto que se pretende conservar por um gás ou mistura de gases, que ofereça as melhores condições para a manutenção da qualidade física e microbiológica do produto por um período de tempo maior. A efetividade desse sistema depende da ação da EAM sobre a microbiota do produto e indução de possíveis alterações químicas nos alimentos armazenados. Parry (1993), afirma que a vida útil do pescado fresco embalado em ar atmosférico é de apenas dois dias, enquanto que no embalado em EAM, este período sobe para 10 dias.

Em peixes, o estudo de misturas gasosas mais convenientes para a conservação e otimização do armazenamento ainda não está totalmente definido, assim como as modificações na caracterização sensorial e nos parâmetros físico-químicos de várias espécies quando embaladas em EAM, entretanto a mais promissora parece ser a atmosfera enriquecida com altas concentrações de CO<sub>2</sub>.

Entretanto, devemos atentar quanto a questão da saúde pública, pois o *T. albacares* pertence a família Scombridae, que abriga peixes possuidores de altas taxas do aminoácido livre histidina, que é facilmente convertido em histamina por descarboxilação. Dependendo da temperatura e tempo de exposição, poderá ocorrer uma formação suficiente para dar origem a uma intoxicação alérgica severa.

De acordo com o exposto, objetiva-se avaliar as concentrações e misturas gasosas que apresentem melhor desempenho, e, portanto, maior aplicabilidade para a conservação do lombo de atum embalado em atmosfera modificada mantido sob refrigeração. Outro objetivo é o acompanhamento do comportamento da microbiota mesófila durante o período de estocagem, assim como das alterações de características físico-químicas (pH, bases voláteis totais, histamina) comparando, também, a vida útil do peixe embalado em atmosfera modificada em relação com aerobiose, e avaliando-se ainda o risco potencial da formação de histamina neste peixe e a aplicabilidade da EAM em prevenir este risco.

## Material e métodos

O pescado (*Thunnus albacares*) adquirido no mercado de peixe da Ilha da Conceição, Niterói, RJ, foi cuidadosamente acondicionado em caixa isotérmica contendo gelo em escamas e transportado até o Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense.

Chegando ao laboratório, o pescado foi lavado com água hiperclorada a 5 ppm. Após a lavagem, o pescado foi submetido a cortes para a obtenção das subamostras. O corte foi realizado em duas etapas: primeiramente foram separados e retirados os lombos do animal. Os lombos, em número de dois, foram posteriormente filetados, retirando-se alíquotas do músculo com peso aproximado de 100g e acondicionados em embalagens plásticas de baixa permeabilidade.

Depois de embaladas, as amostras foram para a seladora, onde foi criado vácuo, retirando o ar presente na embalagem que foi imediatamente substituído por uma mistura de gases

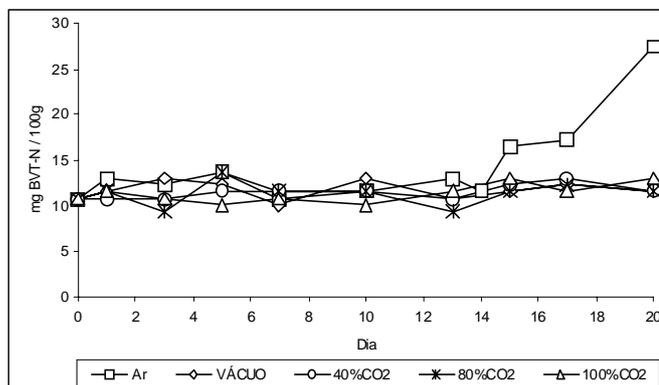
predeterminada. A continuação, as embalagens foram termosseladas e encaminhadas ao armazenamento em temperatura de refrigeração 2±2°C, criando-se, desta forma, cinco grupos de acordo com a atmosfera empregada, sendo: ar atmosférico, vácuo, 40% de CO<sub>2</sub> com 60% de nitrogênio, 80% de CO<sub>2</sub> com 20% de nitrogênio e 100% de CO<sub>2</sub>.

Durante 20 dias de estocagem, análises físico-químicas (pH, bases voláteis totais e histamina) e contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, foram realizadas. A metodologia empregada foi a utilizada pelo Laboratório de Referência Animal (Brasil, 1981ab), com exceção da determinação de histamina, que se utilizou o método semiquantitativo, por cromatografia em camada delgada.

Os resultados obtidos na bacteriologia foram tratados estatisticamente pelo método dos mínimos quadrados para obtenção de uma regressão linear. Para a obtenção dos parâmetros de crescimento (fase de latência e tempo de duplicação), utilizou-se a equação de Baranyi e Roberts (1994). A análise estatística dos demais resultados constou de uma análise descritiva simples, onde se realizou a média dos diversos dados estudados, realizando-se um estudo comparativo, com utilização de tabelas e figuras. Para a realização da referida análise estatística descritiva e confecção das figuras, utilizou-se o programa Microsoft Excel®.

## Resultados e discussão

Os resultados relativos à produção das bases voláteis totais (BVT) a partir das amostras embaladas ou não em atmosfera modificada podem ser vistos na Figura 1.

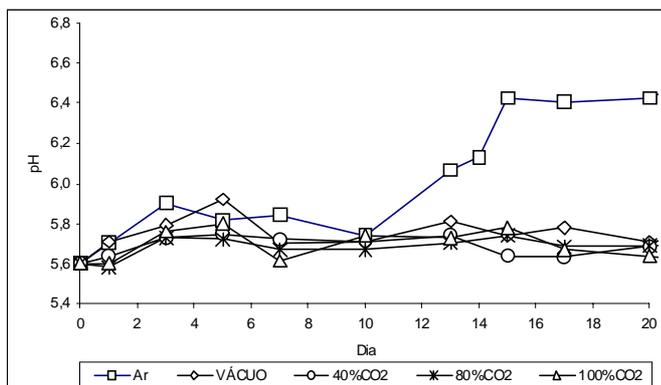


**Figura 1:** Representação gráfica dos valores médios de mg de BVT-N/100g de amostras de lombo de atum (*Thunnus albacares*) embaladas em aerobiose e em diferentes atmosferas (vácuo, 40/60 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> e 100% CO<sub>2</sub>) e armazenadas em refrigeração (2±2°C) durante 20 dias

A elevação dos valores de BVT observada na estocagem em aerobiose, indo de 17,2mg N/100g no 17º dia de estocagem para 27,5mg N/100g no 20º dia, pode ser explicada pelo fato de que o microrganismo predominante na decomposição de pescados em aerobiose é a *Shewanella putrefaciens* (Jørgensen e Huss, 1989; Ordóñez et al., 2000), possuidora da capacidade de converter o óxido de trimetilamina (OTMA), abundante em grande parte do pescado de origem marinha, em trimetilamina (TMA), que é um dos principais substratos para produção de bases voláteis, tendo, portanto, uma correlação direta com o valor do BVT. Estudando o

metabolismo deste microrganismo, só foi observada a conversão do OTMA em TMA a partir de contagens próximas a  $10^7$  UFC/g (Jørgensen e Huss, 1989) as quais somente foram obtidas a partir do 13º dia de estocagem. As outras atmosferas mantiveram-se, durante o decorrer do período de estocagem, com valores em torno de 11mg BVT-N/100g, apresentando pequenas oscilações, mas não apresentando picos mais expressivos. Esses resultados podem vir a comprovar a eficácia do  $\text{CO}_2$  como inibidor do crescimento bacteriano, particularmente efetivo contra as bactérias aeróbias Gram-negativas da decomposição como *Pseudomonas* e *S. putrefasciens* (Parry, 1993; López-Gálvez et al., 1995; Özogul et al., 2004).

Os resultados do pH obtidos para as amostras de atum embaladas ou não em atmosfera modificada podem ser vistos na Figura 2. O valor de pH inicial das amostras no presente estudo foi de 5,6, o que está em conformidade com a faixa mínima de pH *post mortem* citada por alguns autores, que pode variar de 5,4 a 7,2 dependendo da espécie do pescado, estando de acordo também com os resultados de López-Gálvez et al. (1995) realizados em atum. As amostras embaladas em atmosferas com 40% de  $\text{CO}_2$ , 80% de  $\text{CO}_2$ , 100% de  $\text{CO}_2$  e a vácuo, demonstraram comportamento semelhante, mantendo certa constância, oscilando pouco em relação ao pH inicial da amostra. Este fato está de acordo com a proposição de que os microrganismos Gram-negativos, oxidase positivos foram inibidos pelo  $\text{CO}_2$ , inibindo a produção de BVT e conseqüentemente a elevação do pH. Mano et al. (2000) também relataram em seu estudo que as variações de pH foram menores nas atmosferas enriquecidas com  $\text{CO}_2$ , os aumentos dos valores atingiram aproximadamente 0,5 unidades de pH. Ordóñez et al. (2000) observaram no final do experimento o incremento de 0,7 unidades para atmosfera com 20% de  $\text{CO}_2$  e 0,4 para 40% de  $\text{CO}_2$ . No presente estudo os aumentos de valores de pH não ultrapassaram 0,2 unidades de pH. Entretanto, Lopes et al. (2004) encontraram que, mesmo com o aumento dos valores de BVT, os valores de pH continuaram constantes, fato ocasionado pela difusão do  $\text{CO}_2$  no tecido do pescado, gerando formação de ácido carbônico, que produz uma barreira contra o aumento do pH pela produção de bases voláteis, resultando em uma estabilização do pH.



**Figura 2:** Representação gráfica dos valores médios do pH das amostras de lombo de atum (*Thunnus albacares*) mantidos em aerobiose e em diferentes atmosferas (vácuo, 40/60  $\text{CO}_2/\text{N}_2$ , 80/20  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  e 100%  $\text{CO}_2$ ) e armazenados em refrigeração ( $2\pm 2^\circ\text{C}$ ) durante 20 dias

De acordo com a legislação brasileira, levando-se em consideração os valores de pH, somente as amostras mantidas em aerobiose chegaram próximas a serem consideradas impróprias para o consumo após os 20 dias de estocagem, já que o RIISPOA (Brasil, 1997b) no art. 443 considera que, nos peixes, o pH da carne externa deve ser inferior a 6,8 e o da interna inferior a 6,5.

Com relação à presença de histamina, com exceção das amostras embaladas sob condições de aerobiose, todas as outras demonstraram índices não detectáveis durante todo o período de estocagem. As análises realizadas nas amostras mantidas em aerobiose, até o 14º dia de estocagem, da mesma forma que as demais amostras, demonstraram índices de histamina não detectáveis. No 15º dia, porém, foram detectados aproximadamente 10mg/100g de histamina formada na musculatura do pescado. Altos índices de histamina continuaram a ser encontrados durante o resto do período de estocagem nas amostras mantidas em aerobiose. Esse intervalo para o início da produção de histamina também foi observado por Lopes et al. (2004) em sardinha, onde o início da produção de histamina foi observado em todas as amostras entre o 8º e 11º dia de estocagem.

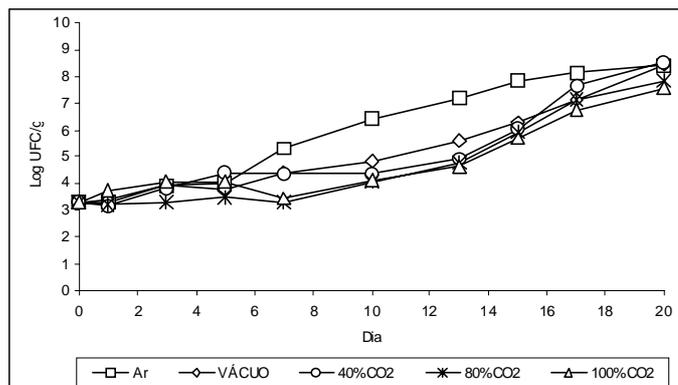
O presente estudo demonstrou a eficácia do  $\text{CO}_2$  em minimizar o risco da intoxicação histamínica, pois, provavelmente ocorreu a inibição do desenvolvimento da microbiota descarboxiladora da histidina, já que, somente o atum mantido em aerobiose apresentou produção de histamina detectável. A eficácia do  $\text{CO}_2$  em inibir o crescimento de bactérias formadoras de histamina (BFH) foi comprovada por Özogul et al. (2004) estudando sardinhas em ar, vácuo e EAM. Seus resultados demonstraram que o menor número de BFH foi encontrado em EAM (60%  $\text{CO}_2$  e 40% de  $\text{N}_2$ ) e por López-Caballero et al. (2001) que encontraram que a concentração final de histamina do pescado usado em seu experimento foi 60 e 70% menor em atmosferas contendo 60 e 40% de  $\text{CO}_2$  respectivamente do que o controle em ar.

Mesmo a temperaturas baixas ( $2\pm 2^\circ\text{C}$ ), a intoxicação por escombrídeos foi um perigo real, merecedor de atenção, tanto por parte dos órgãos de fiscalização quanto pela indústria de processamento de pescado, pois no 15º dia de estocagem, o peixe mantido em condições de aerobiose já apresentava índices altos de histamina, atingindo os limites impostos pela legislação vigente. Entretanto, o pH e a produção de BVT permaneciam dentro de limites aceitáveis.

As amostras mantidas em condições de aerobiose, de acordo com a legislação brasileira, poderiam ser condenadas pela Portaria nº 185 de 1997 (Brasil, 1997a), que estabelece o nível máximo de histamina tolerado em 100 ppm nos músculos das espécies pertencentes às famílias Scombridae, Scombresocidae, Clupeidae, Coryphaenidae e Pomatidae.

Os resultados das contagens realizadas nas amostras embaladas ou não em atmosfera modificada podem ser vistos na Figura 3.

As altas contagens observadas nas amostras mantidas em aerobiose foram, provavelmente, do crescimento do microrganismo *S. putrefasciens*, reconhecidamente ativo na deterioração de pescados armazenados sob refrigeração (Jørgensen e Huss, 1989). Sustentando esta afirmação, está o fato de que quando a contagem atingiu valores próximos a  $10^7$ , valor tido como mínimo para início da conversão do OTMA



**Figura 3:** Representação gráfica dos valores médios dos logaritmos das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas nas amostras de lombo de atum (*Thunnus albacares*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas (vácuo, 40/60 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, 80/20 CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> e 100% CO<sub>2</sub>) e armazenados em refrigeração (2±2°C) durante 20 dias

a TMA por este microrganismo (Jørgensen e Huss, 1989), os valores de BVT aumentaram rapidamente.

O CO<sub>2</sub> em alta concentração mostrou-se útil para o aumento da vida útil do lombo do atum, retardando na atmosfera com maior concentração desse gás (100% de CO<sub>2</sub>) o aparecimento de contagens da ordem de 10<sup>7</sup> UFC/g, adotada como limite máximo de aceitação nesse estudo, que só foi observada no 20º dia de estocagem. Esse comportamento vai de encontro ao trabalho de Özogul et al. (2004), onde os resultados encontrados para CM em EAM (60% CO<sub>2</sub>), demonstraram a fase logarítmica da curva de crescimento aparentemente estendida.

Do ponto de vista bacteriológico, resultados muito semelhantes ao do presente estudo foram encontrados por Conte-Júnior et al. (2003), onde as amostras submetidas às concentrações de 80 e 100% de CO<sub>2</sub>, apresentaram um significativo aumento da vida útil do pescado, sendo que as demais atmosferas não apresentaram resultados que justificassem o emprego dessa tecnologia.

Observou-se também que a embalagem a vácuo apresentou um bom desempenho, semelhante ao encontrado na atmosfera contendo 40% de CO<sub>2</sub>, e se levarmos em conta o período de vida comercial, este foi comparável a atmosfera com 80% de CO<sub>2</sub>. Esse fato vem a confirmar o efeito do CO<sub>2</sub> sobre o crescimento bacteriano, já que o oxigênio residual da embalagem é rapidamente consumido pela respiração da carne, sendo substituído por CO<sub>2</sub>, que aumenta no interior da embalagem atingindo concentrações de 10 a 20% (Parry, 1993).

Os resultados do tempo de duplicação, fase de latência e contagem na fase estacionária de crescimento, obtidos pela equação de Baranyi, das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas, podem ser observados na Tabela 1.

O tempo de duplicação foi relativamente maior nas amostras mantidas em aerobiose (21,6 horas) e vácuo (19,2 horas) do que nas atmosferas contendo CO<sub>2</sub> (10,6 horas na atmosfera com 40% de CO<sub>2</sub>). Esse fato aparentemente controverso pode ser explicado pelo fato do CO<sub>2</sub> não retardar o crescimento de todos os microrganismos e, pelo contrário, potencializar o

**Tabela 1:** Valores do tempo de duplicação (TD) em dias, fase de latência (LAG) em dias e contagem na fase estacionária de crescimento (CFEC) em log UFC/g obtidos pela equação de Baranyi, das contagens de bactérias heterotróficas aeróbicas mesófilas, das amostras de lombo de atum (*Thunnus albacares*) embalados em aerobiose e em diferentes atmosferas e armazenados em refrigeração (2±2°C) durante 20 dias

	ATMOSFERA				
	Ar (100%)	VÁCUO	40/60 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	80/20 CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> (100%)
TD	0,9	0,8	0,4	0,5	0,6
LAG	1,67	7,55	11,68	10,28	11,54
CFEC	8,23	8,51	8,70	7,78	7,40

crescimento de outros. Um exemplo disso, descrito por Parry (1993), seriam as bactérias ácido-láticas que têm seu crescimento incentivado pela presença do CO<sub>2</sub> e níveis baixos de O<sub>2</sub>.

O estudo da fase de latência mostrou uma tendência de aumento conforme o incremento da concentração de CO<sub>2</sub> na embalagem. Vários trabalhos ressaltam a capacidade do CO<sub>2</sub> de estender a fase de latência: Mano et al. (2000) afirmam em seu estudo que a fase de latência foi maior nas atmosferas com maior concentração de CO<sub>2</sub> e Lopes et al. (2004) afirmam que os microrganismos mesófilos, nas atmosferas enriquecidas com CO<sub>2</sub>, apresentaram fases de latência (~5,5 d) superiores aos obtidos nas atmosferas contendo N<sub>2</sub> e ar (~4,0 d). Portanto, estes estudos estão de acordo com os resultados apresentados no presente trabalho. A menor fase de latência foi observada na estocagem em aerobiose (1,67 dias), seguida pelas amostras embaladas a vácuo (7,55 dias) e em atmosfera modificada com 80% de CO<sub>2</sub> (10,28), a maior fase de latência foi observada nas atmosferas com 40% e 100% de CO<sub>2</sub>, que apresentaram valores muito próximos: 11,68 e 11,54 dias respectivamente.

## Conclusão

No presente estudo a mistura com 100% de CO<sub>2</sub>, se destacou das demais, apresentando um bom desempenho na preservação do lombo de atum. A embalagem a vácuo, embora com desempenho inferior à embalagem com 100% de CO<sub>2</sub>, mostrou ser uma alternativa viável em prolongar a vida comercial do atum fresco a um menor custo. As amostras mantidas em atmosfera modificada apresentaram o prazo de vida comercial estendido, quando comparado com as mantidas em aerobiose, e ainda, concentrações maiores de CO<sub>2</sub>, proporcionaram maior dilatação do prazo de vida comercial. A utilização de atmosfera modificada na embalagem foi capaz de inibir a biota normal de decomposição do pescado, e mesmo em contagens mais altas, em vácuo e 40% de CO<sub>2</sub>, o alimento não sofreu maiores alterações de suas características físico-químicas. Sendo a intoxicação por escombrídeos um perigo real, merecedor de atenção especial, tanto por parte dos órgãos de fiscalização quanto pela indústria de processamento de pescado, a embalagem em atmosfera modificada se mostra como uma alternativa eficaz para a conservação do lombo de atum.

## Referências

- BARANYI, J.; ROBERTS, T.A. A dynamic approach to predicting bacterial growth in food. *International Journal of Food Microbiology*, v. 23, p. 277-294, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório de Referência Animal (LANARA). *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes I Métodos Microbiológicos*. Brasília, DF, 1981a, 42 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). *Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes II. Métodos Físico-Químicos*. Brasília, DF, 1981b, 123 p.
- BRASIL. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 19 de maio de 1997a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. *Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)*. Aprovado pelo Decreto nº 30.691, 29/03/52, alterado pelos Decretos nº 1255 de 25/06/62, 1236 de 2/09/94, 1812 de 8/02/96 e 2244 de 4/06/97. *Diário Oficial da União*, Brasília – DF, 7 de julho de 1952. Brasília, 1997b, 241p.
- CONTE-JÚNIOR, C.A. et al. Efeito do dióxido de carbono na conservação e aumento da vida útil de carne de rã (*Rana catesbeiana*). *Revista Higiene Alimentar*, v. 17, p. 40-41, 2003.
- JØRGENSEN B.R.; HUSS H.H. Growth and activity of *Shewanella putrefaciens* isolated from spoiling fish. *International Journal of Food Microbiology*, v. 9, n. 1, p. 51-62, 1989.
- LÓPEZ-CABALLERO, M.E.; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, J.A.; MORAL, A. Growth and metabolic activity of *Shewanella putrefaciens* maintained under different CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> concentrations. *International Journal of Food Microbiology*, v. 64, n. 3, p. 277-287, 2001.
- LÓPEZ-GÁLVEZ, D.; HOZ, L.; ORDÓÑEZ, J.A. Effect of carbon dioxide and oxygen enriched atmospheres on microbiological and chemical changes in refrigerated tuna (*Thunnus alalunga*) steaks. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 43, p. 483-490, 1995.
- LOPES, M.M. et al. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de sardinhas (*Sardinella brasiliensis*). *Revista Portuguesa da Carne*, 2004 (no prelo).
- MANO, S.B. et al. Growth/survival of natural flora and *Aeromonas hydrophyla* on refrigerated uncooked pork and turkey packaged in modified atmospheres. *International Journal of Food Microbiology*, v. 17, p. 657-669, 2000.
- ORDÓÑEZ, J.A. et al. Microbial and physicochemical modifications of hake (*Merluccius merluccius*) steaks stored under carbon dioxide enriched atmospheres. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 80, p. 1831-1840, 2000.
- ÖZOGUL, F.; POLAT, A.; ÖZOGUL, Y. The effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on chemical, sensory and microbiological changes of sardines (*Sardina pilchardus*). *Food Chemistry*, v. 85, n. 1, p. 49-57, 2004.
- PARRY, R.T. *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. Madrid: A Madrid Vicente, 1993.