

AVALIAÇÃO DE CONDIÇÕES DE CONSUMO DA SARDINHA

*Sardinella brasiliensis*¹

Álvaro Augusto Feitosa PEREIRA², Alfredo TENUTA-FILHO^{2,*}

RESUMO

Não havendo informações suficientes quanto à qualidade da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) comercializada em São Paulo-SP, amostras frescas, descongeladas (oferecidas durante o defeso) e processadas da referida espécie foram avaliadas quanto às condições de consumo, através das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBA) e do Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT). A sardinha fresca comercializada na CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo) apresentou condição aceitável de consumo. Foram adequados os níveis de TBA encontrados (<0,43 mg de AM/kg), tendo como referência dados da literatura para pescado fresco, como também os de N-BVT, abaixo do limite legal vigente de 30 mg/100 g. O mesmo não ocorreu com as sardinhas fresca e descongelada comercializadas em feiras livres, quando avaliadas pelas TBA. As sardinhas salmourada e anchovada não apresentaram condição aceitável de consumo tendo em conta o N-BVT acima do permitido. Os resultados mostraram que a sardinha pode chegar à CEAGESP (comércio atacadista) em condições apropriadas de consumo, mas perder a qualidade na comercialização feita em feira livre. Foi enfatizada a necessidade de reavaliação do congelamento da sardinha e sua estocagem visando a comercialização durante o defeso da espécie.

Palavras-chave: sardinha processada, defeso, qualidade, TBA, N-BVT.

SUMMARY

EVALUATION OF CONDITIONS OF CONSUMPTION OF THE SARDINE *Sardinella brasiliensis*. Since there is not enough information about the quality of sardine (*Sardinella brasiliensis*) commercialized in the city of São Paulo-SP, Brazil, samples of fresh, defrosted (traded during the species-catching prohibition period) and processed sardines were analyzed for thiobarbituric acid reacting substances (TBARS) and total volatile base nitrogen (TVB-N). The fresh sardine traded at CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo) showed acceptable condition for consumption. Considering literature data, TBARS concentrations were adequate (<0,43 mg MA/kg), and TVB-N levels were below the legal limit of 30 mg/100 g. But this was not true for TBARS in the fresh and defrosted sardines collected from the open-air markets. Brined sardine and *sardinha anchovada* presented TVB-N above the legal limit, and so were not in acceptable condition for consumption. The results showed that sardine may arrive at CEAGESP (wholesale) in good condition, but its quality is lost while on sale at the open-air markets. This work emphasizes the need for better examining sardine freezing and storage carried out long before its commerce during the species-catching prohibition period.

Keywords: processed sardine, defeso, quality, TBARS, TVB-N.

1 - INTRODUÇÃO

Dentre as diversas espécies de pescado disponíveis no município de São Paulo-SP, a sardinha (*Sardinella brasiliensis*) destaca-se por seu apreciável consumo e preço comercial mais baixo que o das demais.

O comércio de pescado no atacado é feito na CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais do Estado de São Paulo), depois de transportado (via rodoviária) de diferentes portos de desembarque localizados ao longo do litoral paulista e de outros Estados. A partir daí, esse pescado é direcionado ao comércio varejista, como no caso das feiras livres.

Durante o período de defeso da sardinha (dezembro a março), ficando proibida a captura, o mercado varejista é abastecido com estoques previamente congelados, oferecidos ao consumidor na forma descongelada.

A rigor, não há informações suficientes concernentes à qualidade da sardinha, o mesmo ocorrendo com o pescado de uma maneira em geral. Esta situação pode estar

permitindo que a comercialização do pescado se dê de uma forma não adequada, trazendo como consequência o risco inerente à Saúde Pública.

Além do alto valor biológico da proteína da sardinha, inerente ao pescado, tem sido apontado que a espécie apresenta significativas concentrações de ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3 (Tabela 1), conferindo-lhe características nutricional e funcional apreciáveis.

TABELA 1 – Ácidos graxos poliinsaturados e lípides em sardinha brasileira (*Sardinella brasiliensis*)

| | Itô e col. (1969) | Silva e col. (1993) | Visentainer e col. (2000) | Luzia e col. (2003) |
|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|------------------------|
| EPA | - | 7,88-8,21 | 18,68 | 1,87-3,02 |
| DHA | - | 27,82-32,65 | 13,77 | 10,1-11,3 |
| ω-3 | - | - | 32,45 | 13,4 |
| ω-6 | - | - | - | 1,45-2,59 |
| Lípides ¹ | 1,6-7,1 | 2,23-3,54 | - | 4,00-10,62 |

EPA = Ácido eicosapentaenóico (g/100 g de lípides); DHA = Ácido docosahexaenóico (g/100 g de lípides); ω-3 = Ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-3; ω-6 = Ácidos graxos poliinsaturados da série ômega-6; ¹g/100 g de amostra

O pescado é altamente perecível. Traumas mecânicos e refrigeração deficiente podem ocorrer em etapas que antecedem ao consumo, tanto a bordo das embarcações pesqueiras, logo após a captura, como em terra, durante o transporte rodoviário, por exemplo, ou na distribuição, desencadeando processos autolíticos e microbiológicos [3].

¹Recebido para publicação em 28/09/2004. Aceito para publicação em 09/08/2005 (001410).

²Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Av. Prof. Lineu Prestes, 580, Bloco 14. Cidade Universitária - São Paulo - SP - Cep 05508-900.

*A quem a correspondência deve ser enviada: eetenuta@usp.br.

Nestas condições, além da degradação de nutrientes, principalmente proteínas e ácidos graxos poliinsaturados, compostos reconhecidamente tóxicos são formados [3, 4, 19, 23]. O aldeído malônico, principal produto secundário da oxidação lipídica, tem sido associado à indisponibilidade da lisina [15, 25, 27] e a processos cancerígenos e mutagênicos [4]. O aldeído malônico tem sido detectado como substância reativa ao ácido tiobarbitúrico (TBA).

WATANABE (1965) constatou que a *Sardinella brasiliensis* congelada (-18°C) mantinha-se comercialmente em condições aceitáveis durante 2 meses, quando exibia valor máximo de 30 mmol de peróxidos/kg de extrato lipídico. O valor máximo de 25 mg N-BVT (nitrogênio de bases voláteis totais)/100 g foi atingido aos 100 dias de estocagem. Ao mesmo tempo, foi considerada importante a descontaminação microbiológica prévia ao congelamento, já que 40% da flora contaminante inicial podiam contribuir para a rancificação do produto.

BERAQUET *et al.* (1985) encontraram valores entre 21 e 30 mg N-BVT/100 g em *Sardinella brasiliensis* refrigerada a 0-4°C, durante 14 dias, sendo o limite legal estabelecido em 30 mg N-BVT/100 g [29]. O N-BVT é útil na indicação da degradação de compostos nitrogenados, derivada da autólise e decomposição microbiana [3].

O objetivo do presente trabalho foi avaliar condições de consumo da sardinha fresca, descongelada (oferecida durante o defeso) e processada, empregando como indicadores da qualidade as TBA e o N-BVT.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Amostragens e preparo das amostras

Amostras comercialmente frescas de sardinha-verdadeira (*Sardinella brasiliensis*) foram obtidas em São Paulo-SP, na CEAGESP (outubro de 2003) e em feiras livres da Zona Oeste (Pinheiros, Butantã e Rio Pequeno). Nas feiras livres, as amostragens foram realizadas em setembro-novembro de 2001 e janeiro-fevereiro de 2002, respectivamente nos períodos antes e durante o defeso da sardinha.

Na CEAGESP, as amostragens feitas contaram com as facilidades oferecidas pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F.), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nesse sentido, as amostras foram coletadas tão logo se dava a “retirada do lacre” dos caminhões transportadores de pescado, sob fiscalização oficial. Os portos de desembarque da sardinha corresponderam aos de Santos-SP (3 amostras), São Sebastião-SP (1 amostra), Rio de Janeiro-RJ (1 amostra) e Itajaí-SC (13 amostras). Os produtos derivados de sardinha – sardinha salmourada e sardinha anchovada mantida em óleo – foram obtidos em supermercados localizados nos bairros já citados.

Cerca de quinze espécimes de sardinha (aproximadamente 500 g) compuseram cada amostra, depois de serem lavados previamente, descamados, decapitados, eviscerados, filetados e, finalmente, triturados e

homogeneizados até formarem uma pasta homogênea. Metade das amostras de sardinha salmourada foi lavada em água corrente durante 2 minutos (remoção do sal superficial). No caso da sardinha anchovada, procedeu-se apenas à drenagem do óleo de cobertura.

2.2 - Métodos

As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) foram quantificadas segundo VYNCKE (1970), expressadas em mg de aldeído malônico (AM)/kg. Conforme indicado por CRACKEL *et al.* (1988), para evitar a oxidação lipídica durante a extração, foi incorporado o butil-hidroxitolueno (BHT) na proporção de 0,01% em relação à amostra. O nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) foi determinado pelo método do LANARA – Laboratório Nacional de Referência Animal [10], que propõe a destilação do extrato (10 mL) de ácido tricloroacético (TCA) da amostra, em meio alcalino, por arraste a vapor. Foi empregado o mesmo extrato de TCA usado para a determinação das TBA. A umidade foi analisada conforme o método adotado por LANARA [10], o qual quantifica as substâncias voláteis a 105°C, por gravimetria do resíduo seco.

A determinação da lisina biodisponível foi feita com amostra previamente desengordurada [9], empregando o método de VIGO *et al.* (1992). O solvente (clorofórmio) foi eliminado por evaporação, à temperatura ambiente, e a amostra seca e desengordurada triturada em gral e dissolvida em solução de dodecil-sulfato de sódio (SDS) a 10%, em concentrações entre 1 e 10 mg de proteína por mL de solução. Foi empregada uma curva-padrão de caseína e considerado um teor de lisina de 8,484 g/100 g de proteína [13]. A concentração de proteína foi analisada pelo método de KJELDAHL [2].

A análise estatística usada correspondeu à análise de variância (ANOVA), segundo o programa *Excel* da Microsoft.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Sardinha fresca comercializada na CEAGESP

Os teores médios de TBA verificados na sardinha fresca comercializada no mercado atacadista foram de 0,18 ± 0,17 mg de AM/kg (n=18) (Tabela 2). Quanto aos resultados referentes ao N-BVT, de 11,47 a 22,19 mg/100 g, estavam abaixo do limite estabelecido por legislação vigente, de 30 mg N-BVT/100 g [29], coincidindo de certa forma com os 21-30 mg/100 g obtidos por BERAQUET, LINDO e VIEIRA (1985) durante estocagem da sardinha brasileira (*Sardinella brasiliensis*) por 14 dias, a 0-4°C.

Não há uma quantidade de TBA estabelecida, definindo a ocorrência de oxidação lipídica e/ou indicando que a partir dela o pescado não possa ou não deva ser consumido. KELLEHER, HULTIN e WILHELM (1994) correlacionaram teores de até 0,43 mg de AM/kg com o odor suave (frescor) do filé

TABELA 2 – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) e umidade em sardinhas fresca e descongelada

| Sardinhas | Valores | TBA (mg AM/kg) | N-BVT (mg/100g) | Umidade (g/100g) |
|------------------------------|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Fresca | | | | |
| | Mínimo | 0,02 | 11,47 | 74,29 |
| | Máximo | 0,71 | 22,19 | 79,84 |
| CEAGESP ⁽¹⁾ | Média±DP | 0,18±0,17 ^a | 15,75±2,39 ^a | 77,64±1,46 ^a |
| | CV (%) | 93,79 (n=18) | 15,17 (n=18) | 1,88 (n=18) |
| | Mínimo | 0,22 | 22,14 | 69,00 |
| | Máximo | 2,73 | 29,98 | 76,43 |
| Feiras livres ⁽¹⁾ | Média±DP | 0,82±0,63 ^b | 27,06±2,18 ^b | 73,15±2,02 ^b |
| | CV (%) | 76,21 (n=16) | 8,04 (n=12) | 2,76 (n=17) |
| Descongelada | | | | |
| | Mínimo | 1,07 | 22,39 | 67,14 |
| | Máximo | 15,66 | 32,51 | 72,62 |
| Feiras livres ⁽²⁾ | Média±DP | 7,14±5,36 ^c | 27,69±2,80 ^b | 71,02±1,36 ^c |
| | CV (%) | 75,02 (n=15) | 10,10 (n=15) | 1,91 (n=15) |

⁽¹⁾ Antes do defeso; ⁽²⁾ Durante o defeso; DP= Desvio-padrão; CV= Coeficiente de variação; n= Amostras. Letras sobrescritas diferentes, nas colunas, indicam diferenças estatisticamente significativas (p<0,05)

de mackerel, e de 0,43 a 0,72 mg de AM/kg com o odor de ranço. Os resultados observados no presente trabalho foram favoravelmente inferiores a 0,43 mg de AM/kg, exceção feita a uma única amostra (0,71 mg de AM/kg), sugerindo um estado de frescor desejável, segundo KELLEHER, HULTIN e WILHELM (1994).

NEIVA (2003) constatou em sardinha fresca desembarcada no porto de Santos-SP, após armazenamento em gelo triturado, por período não superior a 2 dias, valores médios para TBA de 0,76±0,48 mg de AM/kg, e para N-BVT de 35,41±4,05 mg/100 g, apontando assim para possíveis falhas nas operações a bordo.

3.2 - Sardinha fresca comercializada em feiras livres

O conteúdo médio de TBA – 0,82 ± 0,63 mg de AM/kg – dá conta de que a sardinha comercializada em feira livre (varejo), antes do defeso, apresentou um nível de peroxidação lipídica bem maior, quase 5 vezes mais, que o verificado em relação à da comercializada na CEAGESP (atacado) (0,18 ± 0,17 mg de AM/kg) (Tabela 2). Das amostras analisadas, 71% estariam rancificadas, por conterem mais do que 0,43 mg de AM/kg, de acordo com KELLEHER, HULTIN e WILHELM (1994).

O N-BVT médio da sardinha fresca de feiras livres - 27,06 ± 2,18 mg/100 g (Tabela 2) - não ultrapassou o limite (30 mg N-BVT/100 g) da legislação vigente [29], mas o aumento de 71,8% verificado em relação aos valores encontrados para a sardinha da CEAGESP (de 15,75 para 27,06 mg N-BVT/100 g) sugere ter havido evolução de bases voláteis também por conta das condições de manuseio e estocagem sofridas. Os

resultados de TBA e de N-BVT observados são concordantes entre si, já que a formação de aldeído malônico e bases voláteis tende a aumentar durante a estocagem, estando o pescado refrigerado [1, 5, 8, 14, 21, 26, 31]. Os resultados obtidos também são coerentes com a prática observada no manuseio do pescado, em geral em feiras livres, onde a refrigeração é visivelmente deficiente.

Estudos feitos por AUBOURG, SOTELO e GALLARDO (1997), com a espécie de sardinha *Sardina pilchardus*, registraram valores de até 8,03 mg de AM/kg e 26,67 mg N-BVT/100 g, quando refrigerada sob gelo por 9 dias. GARCÍA e CARECHE (2002) propuseram a conservação da sardinha em água salgada e gelo até chegar ao consumidor, e nessas condições detectaram valores máximos de 0,72 mg de AM/kg e 15 mg N-BVT/100 g, após 13 dias de estocagem. MARRAKCHI *et al.* (1990) observaram uma vida de prateleira de 9 dias para a sardinha capturada nas águas quentes de Agadir (Marrocos), levando de 10 a 15 dias para atingir o valor de 30 mg N-BVT/100 g. ABABOUCH *et al.* (1996) registraram dois padrões diferentes de evolução do N-BVT devido a floras bacterianas distintas – um que atingiu 45 mg/100 g em 200 horas, devido ao crescimento de *Shewanella putrefaciens*, e outro que chegou a 30 mg/100 g em 400 horas, provavelmente devido a *Pseudomonas sp* - evidenciando assim a influência microbiológica sobre a produção de bases voláteis. SIMEONIDOU, GOVARIS e VARELTZIS (1998) detectaram até 18,32 mg de AM/kg na sardinha *Sardine mediterraneus* estocada em gelo por 6 dias, e PACHECO-AGUILAR, LUGO-SÁNCHEZ e ROBLES-BURGUEÑO (2000), 35 mg de AM/kg na sardinha *Sardinops sagax caerulea*, após 11 dias.

3.3 - Sardinha descongelada comercializada em feiras livres

No caso da sardinha descongelada comercializada em feiras livres, oferecida durante o defeso, o valor médio da concentração de TBA – 7,14 ± 5,36 mg de AM/kg (Tabela 2) – foi cerca de 40 vezes maior que o da sardinha fresca comercializada na CEAGESP (0,18 ± 0,17 mg de AM/kg, Tabela 2), ou ao redor de 9 vezes em relação ao produto fresco obtido em feiras livres (0,82 ± 0,63 mg de AM/kg, Tabela 2). Níveis de até 15,66 mg de AM/kg foram detectados. Apenas 2 (13%) das 15 amostras tinham conteúdo de TBA abaixo de 1,30 mg de AM/kg, quantidade proposta por ROBLES-MARTINEZ, CERVANTES e KE (1982), como indicadora de rancidez para o pescado congelado.

O defeso da sardinha impõe que, na sua vigência, não haja a captura da espécie. O mercado é então suprido pelo produto previamente congelado para essa finalidade, e a comercialização se dá na forma descongelada. WATANABE (1965) já indicava dificuldades na estocagem da *Sardinella brasiliensis* sob congelamento além de 2 meses, período este menor que o do referido defeso, de 3-4 meses.

A peroxidação lipídica manifesta-se muito mais no pescado quanto maior for seu conteúdo em lípidos. Na

sardinha estudada os teores lipídicos não são superiores a 7 g/100 g [17], abaixo dos de muitas espécies de peixes também pelágicos, como o arenque, cujos níveis ultrapassam a 20 g/100 g. Esta peroxidação se dá tanto em pescado mantido refrigerado como, ainda mais intensamente no descongelado, após prolongada estocagem sob congelamento [26, 35]. O teor médio de N-BVT da sardinha descongelada foi semelhante ao da sardinha fresca de feira livre e o incremento havido em relação à sardinha da CEAGESP teria a mesma justificativa apresentada anteriormente. WATANABE (1965), trabalhando com a sardinha brasileira *Sardinella brasiliensis*, registrou concentração máxima de N-BVT de 25 mg/100 g após 100 dias, a -18°C.

Dentre os trabalhos feitos com a sardinha *Sardina pilchardus* congelada, CARECHE e TEJADA (1990) registraram 10 mg de AM/kg após 6 meses de estocagem, e AUBOURG, SOTELO e PÉREZ-MARTÍN (1998) observaram valores máximos para TBA de 5 mg de AM/kg, após 4 meses, e para N-BVT de 35,6 mg/100 g, após 12 meses de estocagem.

Amostras de sardinha comercializada em feiras livres antes do defeso, propositadamente empregadas com diferentes concentrações de TBA, foram analisadas com relação à lisina biodisponível, com o objetivo de verificar a existência de possível correlação, conforme sugere a literatura [15, 19]. Os resultados (n=5) não indicaram correlação significativa ($R^2 = 0,1732$) entre as TBA ($6,72 \pm 7,33$ mg de AM/kg) e a lisina biodisponível ($5,61 \pm 0,31$ g/100 g de proteína).

Conforme foi visto, a sardinha chega à CEAGESP em condições aceitáveis de consumo, mas a qualidade do produto fica comprometida durante o comércio varejista posterior, onde a refrigeração, visivelmente deficiente, é a principal causa. Em relação à sardinha comercializada durante o defeso, é ainda necessária uma reavaliação quanto à adequação do seu congelamento e estocagem prévios.

3.4 - Sardinha salmourada

As amostras de sardinha salmourada foram analisadas na forma integral e depois de terem sido lavadas com água. As amostras integrais não foram correspondentemente as mesmas submetidas à lavagem. A lavagem se justificou pela retirada do excesso de sal superficial, que é um procedimento comum de intensidade variável antes do consumo do citado produto.

Foi constatado um teor médio de TBA de $4,07 \pm 1,22$ mg de AM/kg na sardinha salmourada integral (Tabela 3). Este resultado é maior que o da sardinha fresca, comercializada na CEAGESP ($0,18 \pm 0,17$ mg de AM/kg, Tabela 2) e nas feiras livres ($0,82 \pm 0,63$ mg de AM/kg, Tabela 2), mas abaixo do da sardinha descongelada vendida em feiras livres ($7,14 \pm 5,36$ mg de AM/kg; Tabela 2). Neste caso também, o valor de TBA pode estar subestimando consideravelmente a oxidação lipídica ocorrida, pela combinação possível do AM com proteínas, por exemplo [15, 19, 27, 30].

A significativa diferença de 57% a menos, observada no valor médio de TBA do produto lavado (Tabela 3) não pode ser atribuída à lavagem. Muito dificilmente uma lavagem superficial com água, por dois minutos, como a realizada, promoveria uma redução tão grande (e desejável) de AM. Os resultados de N-BVT reforçam esta impossibilidade.

TABELA 3 – Umidade, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA) e nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) em sardinha salmourada integral ou lavada com água

| Amostras | Umidade (g/100g) | TBA (mg AM/kg) | | N-BVT (mg/100 g) | |
|-----------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Base úmida | Base seca | Base úmida | Base seca |
| Integral | | | | | |
| M ± DP | 54,58±1,77 ^b | 4,07±1,22 ^b | 8,91±2,36 ^b | 44,32±14,38 ^a | 97,45±30,66 ^a |
| CV (%) | 3,23 (n= 4) | 29,84 (n= 4) | 26,51 (n=4) | 32,45 (n= 4) | 31,46 (n=4) |
| Lavada | | | | | |
| M ± DP | 67,40±1,44 ^a | 1,25±0,23 ^a | 3,82±0,55 ^a | 39,63±4,00 ^a | 121,99±16,08 ^a |
| CV (%) | 2,13 (n= 4) | 18,23 (n= 4) | 14,39 (n=4) | 10,10 (n= 4) | 13,18 (n=4) |

As amostras integrais não são correspondentemente as mesmas que foram lavadas com água em laboratório. M ± DP = Média ± desvio-padrão. CV = Coeficiente de variação. Letras sobrescritas diferentes, nas colunas, indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$)

Os resultados de N-BVT - $44,32 \pm 14,38$ mg/100 g - da sardinha salmourada integral revelaram-se superiores ao limite legal de 30 mg/100 g (SÃO PAULO, 1991). O mesmo se deu em relação às amostras lavadas ($39,63 \pm 4,00$ mg/100 g) (Tabela 3). HERNÁNDEZ-HERRERO *et al.* (1999) encontraram 19,89mg N-BVT/100g na anchova (*Engraulis encrasicolus*) com 1 semana de salga e 30 e 35,64 mg após 8 e 9 semanas, respectivamente.

3.5 - Sardinha anchovada

Os resultados de TBA para sardinha anchovada mostraram um teor médio de $3,71 \pm 0,77$ mg de AM/kg (Tabela 4), intermediário entre os das amostras lavadas ($1,25 \pm 0,23$ mg de AM/kg) e não-lavadas ($4,07 \pm 1,22$ mg de AM/kg) de sardinha salmourada (Tabela 3).

TABELA 4 – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA), nitrogênio de bases voláteis totais (N-BVT) e umidade em sardinha anchovada

| Valores | TBA (mg/kg) ¹ | N-BVT (mg/100 g) | Umidade (g/100 g) |
|------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| Mínimo | 2,38 | 41,62 | 42,40 |
| Máximo | 4,73 | 74,56 | 49,43 |
| Média ± DP | 3,71±0,77 | 62,96±9,33 | 46,36±2,80 |
| CV (%) | 20,60 (n= 10) | 14,82 (n= 10) | 6,04 (n= 10) |

⁽¹⁾ Expressadas em aldeído malônico (AM); DP = Desvio-padrão; CV = Coeficiente de variação

AYENSA *et al.* (1993) evidenciaram a ocorrência de TBA na concentração de 50 mg de AM/kg em sardinha (*Sardina pilchardus*) anchovada, no 40º dia de processamento, reduzida posteriormente a 5 mg de AM/kg no 180º dia. Estes resultados sugerem a possibilidade também de o AM formado ter se combinado com proteínas durante a anchovagem [1, 15, 27, 30]. Assim, os resultados da Ta-

abela 3 encontrados poderiam, portanto, ter subestimado a real extensão da oxidação lipídica. AYENSA *et al.* (1993) encontraram uma redução de 30 para 20 g de lípidos/100 g após o processamento implicando a diminuição do substrato oxidável.

Quanto ao N-BVT, a sardinha anchovada foi o produto estudado que apresentou as quantidades mais elevadas (valor médio de $62,96 \pm 9,33$ mg N-BVT/100 g, Tabela 4), superiores ao limite legal de 30 mg/100 g [29]. HERNÁNDEZ-HERRERO *et al.* (1999) relataram entre 19,89 e 35,64 mg N-BVT/100 g durante a maturação (9 semanas) de anchova (*Engraulis encrasicolus*).

Os teores elevados de N-BVT na sardinha anchovada analisada (Tabela 4) poderiam estar relacionados com o processo de cura (maturação) que dura até 240 dias [22]. Durante a cura, ocorre intensa atividade de enzimas bacterianas formando grandes quantidades de produtos nitrogenados de degradação, evidenciada pela redução na concentração de proteínas de 60 para 40 g/100 g (base seca) [7].

4 - CONCLUSÕES

Apenas a sardinha fresca comercializada no atacado (CEAGESP) apresentou condições de consumo adequadas, com base nos valores de TBA e N-BVT. As sardinhas fresca e descongelada, comercializadas em feiras livres, assim como os produtos processados analisados (sardinhas salmourada e anchovada), não apresentaram condições de consumo.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABABOUCHE, L.H.; SOUIBRI, L.; RHALIBY, K.; OUAHDI, O.; BATTAL, M.; BUSTA, M.M. Quality changes in sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice and at ambient temperature. **Food Microb.**, Sidcup, v. 13, p. 123-132, 1996.
- [2] AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13th ed. Washington: AOAC, 1980.
- [3] ASHIE, I.N.A.; SMITH, J.P.; SIMPSON, B.K. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Fort Lauderdale, v. 36, n. 1/2, p. 87-121, 1996.
- [4] AUBOURG, S.P. Review: interaction of malondialdehyde with biological molecules - new trends about reactivity and significance. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford, v. 28, p. 323-335, 1993.
- [5] AUBOURG, S.P.; SOTELO, C.G.; GALLARDO, J.M. Quality assessment of sardines during storage by measurement of fluorescent compounds. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 62, n. 2, p. 295-304, 1997.
- [6] AUBOURG, S.P.; SOTELO, C.G.; PÉREZ-MARTÍN, R. Assessment of quality changes in frozen sardine (*Sardina pilchardus*) by fluorescence detection. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, Champaign, v. 75, n. 5, p. 575-580, 1998.
- [7] AYENSA, G.; BANDARRA, N.; NUNES, M.L.; PASCUAL, C. Evolución de los ácidos grasos de la *Sardina pilchardus* a lo largo del proceso de anchoado. **Alimentaria**, Madrid, v. 239, p. 77-80, 1993.
- [8] BERAQUET, N.J.; LINDO, M.M.K.; VIEIRA, M.C. Métodos químicos na avaliação da qualidade de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) fresca e processada termicamente. **Col. ITAL**, Campinas, v. 15, p. 141-170, 1985.
- [9] BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem. Physiol.**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- [10] BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. Pescado fresco. **Métodos Analíticos Oficiais para o Controle de Produtos de Origem Animal e seus Ingredientes**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981. v. 2, cap. 11.
- [11] CARECHE, M.; TEJADA, M. Effect of neutral and oxidized lipids on protein functionality in megrim (*Lepidorhombus whiffiagonis* W.) and sardine (*Sardina pilchardus* R.) during frozen storage. **Food Chem.**, Kidlington, v. 37, p. 275-287, 1990.
- [12] CRACKEL, R.L.; GRAY, J.I.; PEARSON, A.M.; BOOREN, A.M.; BUCKLEY, D.J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chem.**, Kidlington, v. 28, p. 187-196, 1988.
- [13] FERRER, E.; ALEGRÍA, A.; FARRÉ, R.; ABELLÁN, P.; ROMERO, F.; CLEMENTE, G. Evolution of available lysine and furosine contents in milk-based infant formulas throughout the shelf-life storage period. **J. Sci. Food Agric.**, Bognor Regis, v. 83, n. 5, p. 465-472, 2003.
- [14] GARCÍA, R.; CARECHE, M. Influence of chilling methods on the quality of sardines (*Sardina pilchardus*). **J. Food Prot.**, Des Moines, v. 65, n. 6, p. 1024-1032, 2002.
- [15] GIRÓN-CALLE, J.; ALAIZ, M.; MILLÁN, F.; RUIZ-GUTIÉRREZ, V.; VIOQUE, E. Bound malonaldehyde in foods: bioavailability of the N-2-propenals of lysine. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v. 50, p. 6194-6198, 2002.
- [16] HERNÁNDEZ-HERRERO, M.M.; ROIG-SAGUÉS, A.X.; LÓPEZ-SABATER, E.I.; RODRÍGUEZ-JEREZ, J.J.; MORA-VENTURA, M. Total volatile basic nitrogen and other physico-chemical and microbiological characteristics as related to ripening of salted anchovies. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 64, n. 2, p. 344-347, 1999.
- [17] ITÔ, Y.; SANCHES, L.; SILVA, D.R. Seasonal variation of the chemical composition of sardine. **Contrib. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo - Tecnol.**, São Paulo, n. 6, p. 1-8, 1969.
- [18] KELLEHER, S.D.; HULTIN, H.O.; WILHELM, K.A. Stability of mackerel surimi prepared under lipid-stabilizing processing conditions. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 59, n. 2, p. 269-271, 1994.
- [19] KUBOW, S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. **Free Rad. Biol. & Med.**, New York, v. 12, p. 63-81, 1992.
- [20] LUZIA, L.A.; SAMPAIO, G.R.; CASTELLUCCI, C.M.N.; TORRES, E.A.F.S. The influence of season on the lipid profiles of five commercially important species of Brazilian fish. **Food Chem.**, Kidlington, v. 83, p. 93-97, 2003.
- [21] MARRAKCHI, A.E.; BENNOUR, M.; BOUHRITI, N.; HAMAMA, A.; TAGAFAIT, H. Sensory, chemical and microbiological assessments of Moroccan sardines (*Sardina pilchardus*) stored in ice. **J. Food Prot.**, Des Moines, v. 53, n. 7, p. 600-605, 1990.
- [22] MENDES, R.; GONÇALVES, A.; NUNES, M.L. Changes

- in free amino acids and biogenic amines during ripening of fresh and frozen sardine. **J. Food Biochem.**, Trumbull, v. 23, p. 295-306, 1999.
- [23] MIYAKE, T.; SHIBAMOTO, T. Simultaneous determination of acrolein, malonaldehyde and 4-hydroxy-2-nonenal produced from lipids oxidized with Fenton's reagent. **Food Chem. Toxic.**, Kidlington, v. 34, n. 10, p. 1009-1011, 1996.
- [24] NEIVA, C.R.P. **Obtenção e Caracterização do Minced Fish de Sardinha e sua Estabilidade durante a Estocagem sob Congelamento**. São Paulo, 2003. 78 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo (USP).
- [25] NIELSEN, H.K.; DE WECK, D.; FINOT, P.A.; LIARDON, R.; HURRELL, R.F. Stability of tryptophan during food processing and storage. 1. Comparative losses of tryptophan, lysine and methionine in different model systems. **Brit. J. Nutr.**, Wallingford, v. 53, p. 281-292, 1985.
- [26] PACHECO-AGUILAR, R.; LUGO-SÁNCHEZ, M.E.; ROBLES-BURGUEÑO, M.R. Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0°C. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 65, n. 1, p. 40-47, 2000.
- [27] PICHE, L.A.; COLE, P.D.; HADLEY, M.; VAN DEN BERGH, R.; DRAPER, H.H. Identification of N-ε-(2-propenal) lysine as the main form of malonaldehyde in food digesta. **Carcinogenesis**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 473-477, 1988.
- [28] ROBLES-MARTINEZ, C.; CERVANTES, E.; KE, P.J. 1982. Recommended method for testing the objective rancidity development in fish based on TBARS formation. Can. Tech. Rpt. Fish. Aquatic Sci. No.1089, 1982. *apud* KURADE, S.A.; BARANOWSKI, J.D. Prediction of shelf life of frozen minced fish in terms of oxidative rancidity as measured by TBARS number. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 52, n. 2, p. 300-302, 1987.
- [29] SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado da Saúde. Decreto n° 12.342, de 27 de setembro de 1978: regulamentação da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde (revisto e atualizado até dezembro de 1990). **Código Sanitário**, 4ª ed., São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 1991. 412 p.
- [30] SILVA, S.M.C.S.; KUGA, E.K.; MANCINI-FILHO, J. Efeito do processamento sobre ácidos graxos poliinsaturados da fração lipídica da sardinha (*Sardinella brasiliensis*) e da tainha (*Mugil cephalus*). **Rev. Farm. Bioquím. Univ. S. Paulo**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 41-46, 1993.
- [31] SIMEONIDOU, S.; GOVARIS, A.; VARELTZIS, K. Quality assessment of seven Mediterranean fish species during storage on ice. **Food Res. Int.**, Kidlington, v. 30, n. 7, p. 479-484, 1998.
- [32] VIGO, M.S.; MALEC, L.S.; GOMEZ, R.G.; LLOSA, R.A. Spectrophotometric assay using o-phthaldialdehyde for determination of reactive lysine in dairy products. **Food Chem.**, Kidlington, v. 44, p. 363-365, 1992.
- [33] VISENTAINER, J.V.; CARVALHO, P.O.; IKEGAKI, M.; PARK, Y.K. Concentração de ácido eicosapentaenóico (EPA) e ácido docosahexaenóico (DHA) em peixes marinhos da costa brasileira. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 90-93, 2000.
- [34] VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm.**, Leinfelden, n. 12, p. 1084-1087, 1970.
- [35] WATANABE, K. Sardinha congelada: alterações durante armazenamento a -18°C. **Contrib. Avulsas Inst. Oceanogr.: Tecnol.**, São Paulo, v. 3, n. 207, p. 1-12, 1965.

6 – AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pe la bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.