

## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ANTIOXIDANTES EM ÓLEO DE CARNE DE CURIMBATÁ (*Prochilodus Scrofa*) SEPARADA MECANICAMENTE ATRAVÉS DO RANCIMAT\*

Cleso de MORAIS \*\*  
José Byron de CARVALHO \*\*\*  
Mário TAVARES \*\*\*  
Lireny Aparecida Guaraldo GONÇALVES \*\*\*\*  
Rosana Nogueira CAVALETTI \*\*\*\*

RIALA6/754

MORAIS, C. de; CARVALHO, J.B. de; TAVARES, M.; GONÇALVES, L.A.G. & CAVALETTI, R.N. — Avaliação da eficiência de antioxidantes em óleo de carne de Curimatá (*Prochilodus scrofa*) separada mecanicamente através do Rancimat. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 54(1): 5-10, 1994.

**RESUMO:** A finalidade deste estudo foi avaliar, através do Rancimat, a eficiência relativa de vários antioxidantes adicionados à fase oleosa obtida de carne de curimatá (*Prochilodus scrofa*), separada mecanicamente. Além disso, obter informações adicionais sobre o efeito protetor do óleo de alecrim (OR) comercial, em mistura com butil-hidroxianisol (BHA) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ), pois, aparentemente, não há na literatura especializada trabalhos relativos ao seu uso em pescado. O melhor resultado obtido com o uso de apenas um antioxidante foi com TBHQ a 0,02% (período de indução a 98°C igual a 22 horas e 15 minutos). O TBHQ apresentou aumento de 15 vezes o período de indução em relação à estabilidade oxidativa do grupo-controle, dados estes confirmados na literatura para o óleo de tubarão azul (*Prionace glauca*). O emprego de três antioxidantes (TBHQ + BHA + OR) melhorou em cerca de 10% a estabilidade oxidativa, o que não justifica a sua aplicação.

**DESCRIPTORIOS:** curimatá (*Prochilodus scrofa*), carne separada mecanicamente, antioxidantes, óleo de peixe, Rancimat, oxidação lipídica.

### INTRODUÇÃO

Em anos recentes, a carne de curimatá separada mecanicamente (CCSM) tem sido utilizada no processamento de produtos alimentícios (MORAIS e col., 1988). Um grande problema com tais tipos de produtos é a perda da qualidade atribuída à rancidez oxidativa (DENG *et alii*, 1977). Este problema está se tornando especialmente importante com o advento da carne de pescado separada mecanicamente (SILBERSTEIN *et alii*, 1978). A forma com que esta carne é submetida durante a separação mecânica, bem como

... sua composição natural (partículas ósseas, pigmentos, sangue, lípidos, etc.) contribuem para seu alto potencial de oxidação lipídica (MORAIS e col., 1981).

A presença de fragmentos de pele e de peritônio pode dar à carne de pescado separada mecanicamente (CPSM) um aspecto pouco homogêneo e catalizam reações de escurecimento e de degradação de proteínas e de lipídeos. A oxidação deteriorativa em peixes foi estudada por TAPPEL (1962), que atribuiu aos compostos prematínicos localizados na linha lateral do músculo um importante papel na catálise da

\* Realizado na Seção de Pescado e Recursos Marinhos do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Guarujá, SP, na Seção de Óleos, Gorduras e Condimentos do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, SP, e no Laboratório de Óleos e Gorduras da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, Campinas, SP. Apresentado no 8º Encontro Nacional de Análises de Alimentos, Porto Alegre, RS, 1993.

\*\* Do Instituto de Tecnologia de Alimentos.

\*\*\* Do Instituto Adolfo Lutz.

\*\*\*\* Da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

oxidação. Este estudo foi confirmado por outros pesquisadores que, analisando peixes com alto teor de prematina, observaram a grande suscetibilidade destas espécies à rancidez oxidativa. Compostos prematínicos (premaglobina, mioglobina, citocromos) e premoproteínas liberados durante o processo de separação mecânica contribuem bastante para as reações de oxidação. Assim, o efeito disruptivo de separação mecânica, em conjunto com a temperatura, constitui condição ideal para a oxidação de lipídeos.

Ressalte-se que os lipídeos de pescado contêm uma elevada proporção de ácidos graxos polinsaturados, principalmente o eicosapentaenóico e o docosahexaenóico (STANSBY, 1981), o que lhes confere grande importância nutricional, porém uma instabilidade e rápida oxidação das duplas ligações das moléculas dos triglicerídeos (YI *et alii*, 1991; VALENZUELA *et alii*, 1991). Tal oxidação é um processo complexo que pode levar à formação dos mais variados produtos de decomposição, notadamente aldeídos, cetonas, álcoois e ácidos carboxílicos (FRANK *et alii*, 1992). Esses produtos tanto podem causar a perda das qualidades organolépticas dos alimentos pela produção de aromas e sabores estranhos como podem reagir com proteínas, vitaminas e outros componentes, diminuindo assim suas qualidades nutricionais e limitando seu uso para consumo humano (KAREL, 1973; CASTELL, 1974; LILLARD, 1983; VALENZUELA *et alii*, 1991).

Com a finalidade de prevenir a autooxidação de lipídeos da CPSM, têm sido empregados vários antioxidantes fenólicos sintéticos. Os mais comuns são o butil-hidroxi-anisól (BHA), o butil-hidroxi-tolueno (BHT) e, mais recentemente, o terc-butil-hidroquinona (TBHQ) (MOLEDINA *et alii*, 1977; LICCIARDELLO *et alii*, 1982).

Compostos com propriedades antioxidantes, como o extrato de alecrim ("rosemary extracts") têm sido reportados (RAC *et alii*, 1955). Tal extrato foi testado por SHUN *et alii* (1992) como um sinergista (óleo e carne). Esses autores observaram claramente o efeito sinérgico do referido extrato, o qual aumentou sobremaneira a atividade antioxidante do alfa-tocoferol.

A tendência, nos últimos anos, de se empregar antioxidantes naturais, preferencialmente nos alimentos, em substituição aos químicos sintéticos, tem motivado o estudo e uso do óleo de alecrim ("oleoresin rosemary", OR) em produtos à base de carnes bovinas e de aves (LIU *et alii*, 1992). Assim sendo, HOULIHAN *et al* (1985) relatam que o OR contém um número de componentes que possui atividade antioxidante similar ou maior que o BHA e igual ou ligeiramente inferior àquela do BHT.

BARBUT *et al* (1985) reportaram que o óleo de alecrim possui atividade antioxidante comparável à

mistura comercial de BHA/BHT/ácido cítrico na supressão da oxidação lipídica em salsicha de peito de peru mantida sob refrigeração. Por sua vez, KORCZAK *et alii* (1988) constataram um efeito antioxidante pronunciado daquele óleo em produtos pré-cozidos à base de carne bovina separada mecanicamente.

Existem diferenças significativas entre os antioxidantes com respeito à eficácia em diferentes alimentos e sob diferentes condições de processamento e manuseio. Logo, torna-se imprescindível o levantamento de informações concernentes à potência relativa de antioxidantes e de suas combinações antes dos mesmos serem aplicados, com sucesso, em alimentos (SWEET, 1973).

Com o propósito de determinar a resistência de alimentos processados contra a oxidação, diversos métodos analíticos têm sido desenvolvidos. Um dos que tem apresentado maiores vantagens, por permitir a contínua medida da estabilidade oxidativa, sem determinações analíticas periódicas e apreciável economia de tempo e trabalho, é aquele conhecido por "Rancimat". Desenvolvido por Hadorn e Zurcher, o equipamento Rancimat 617-Metrohm baseia-se no princípio da detecção condutométrica dos produtos voláteis de oxidação, principalmente ácido fórmico (FRANK *et alii*, 1992; LAUBLI *et alii*, 1986; HASENHUETTL *et alii*, 1992; BARRERA-ARELLANO, 1992, 1993).

A finalidade deste estudo foi avaliar, através do Rancimat, a eficiência relativa de vários antioxidantes na estabilização do óleo da carne de curimatá (*Prochilodus scrofa*), separada mecanicamente. Os resultados obtidos para a fase oleosa, conforme sistemas já estudados, serviram como parâmetros para avaliar indiretamente a estabilidade da carne, quando a esta se adicionou um determinado antioxidante que apresentou bons resultados naquela fase. Pretendeu-se obter informações adicionais sobre o efeito protetor do óleo de alecrim comercial, em mistura com BHA e TBHQ pois, aparentemente, não há na literatura especializada trabalhos relativos ao seu uso em pescado.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-Prima

Utilizou-se neste trabalho a carne proveniente de um lote de 10 kg de curimatás (*Prochilodus scrofa*), que apresentavam características organolépticas próprias da espécie. Os peixes foram doados pela Seção de Hidrologia e Aquicultura da Estação Experimental de Piscicultura das Centrais Elétricas de São Paulo S/A. (CESP), localizada em Salto Grande, Estado de São Paulo.

O transporte dos peixes até a Seção de Pescado e Recursos Marinhos do Instituto de Tecnologia de Alimentos, em Guarujá, SP, foi feito logo após a

despesca, em caixas de isopor contendo gelo britado comercial, até o momento de serem processados.

#### *Obtenção da Carne de Curimatá Separada Mecanicamente (CCSM)*

Após a remoção do gelo de refrigeração, por meio de jatos d'água, os peixes foram eviscerados, descabeçados e espalmados com o uso de facas.

Os peixes espalmados foram lavados com água clorada, contendo 5 ppm de cloro residual e submetidos à ação da máquina separadora de carne e osso, marca Bibun, modelo SDX-13, com perfurações no cilindro de 5mm de diâmetro, sendo aplicada força máxima na correia tensora, a fim de se obter maior rendimento cárneo. A CCSM, assim obtida, foi dividida em lotes, conforme os sistemas de antioxidantes.

#### *Sistemas de Antioxidantes*

Todos os antioxidantes utilizados, de diferentes procedências, apresentavam grau analítico P.A.

Foram selecionados para este estudo os seguintes tratamentos com antioxidantes:

- 1) Grupo-controle;
- 2) 0,02% TBHQ;
- 3) 0,05% OR;
- 4) 0,02% TBHQ + 0,05% OR;
- 5) 0,02% BHA + 0,02% ácido cítrico;
- 6) 0,02% TBHQ + 0,02% BHA;
- 7) 0,02% TBHQ + 0,02% ácido cítrico;
- 8) 0,02% BHA + 0,05% OR;
- 9) 0,02% TBHQ + 0,02% BHA + 0,05% OR;
- 10) 0,02% "Embanox 2" (BHA + BHT em propileno glicol).

#### *Preparo das Soluções Antioxidantes*

As concentrações dos antioxidantes empregados, com base no teor de matéria graxa da CCSM (6,7%), não ultrapassaram ao limite máximo permitido para óleos e gorduras comestíveis na legislação brasileira (BRASIL, 1988).

Os antioxidantes fenólicos (BHA, BHT, TBHQ), bem como o extrato de alecrim (OR), nas quantidades necessárias, foram primeiramente emulsionados em uma mistura de propileno glicol e água destilada (1:3), por meio de um misturador (LICCIARDELLO *et alii*, 1982). O antioxidante solúvel em água foi dissolvido em água destilada.

No tratamento de número 5, o BHA dissolvido em pequena quantidade de etanol, foi adicionado à água destilada (80 ml) contendo o ácido cítrico.

As soluções de antioxidantes, assim preparadas, foram aplicadas na CCSM.

#### *Aplicação das Soluções de Antioxidantes na CCSM*

As soluções de antioxidantes foram dissolvidas em água destilada (80 ml) e borrifadas sobre 2 kg de CCSM, com auxílio de um "spray", por um período de dois minutos, em um batedeira tipo Hobart, operando com velocidade 2 (média) (MOLEDINA *et alii*, 1977).

Um controle, contendo 80 ml de água destilada, foi preparado da mesma forma mencionada anteriormente.

Após os tratamentos, a CCSM foi acondicionada como amostras de 500 g, em sacos plásticos individuais de polietileno e imediatamente estocada a -40°C até o momento de serem analisadas, em duplicata.

#### *Extração do Óleo da CCSM*

Todas as amostras foram encaminhadas, sempre congeladas a -40°C, à Seção de Óleos, Gorduras e Condimentos do Instituto Adolfo Lutz, em São Paulo, SP, onde o óleo das mesmas foi extraído, após o descongelamento até a temperatura ambiente, pelo método de BLIGH & DYER (1959).

#### *Determinação do Índice de Peróxido*

No óleo extraído das amostras de CCSM foi determinado, logo após essa operação, o índice de peróxido pelo método AOCS Cd 8-53 (AOCS, 1990).

#### *Determinação da Eficiência dos Antioxidantes Pelo Rancimat*

O óleo restante da determinação do índice de peróxido foi estocado em frascos de vidro, com tampa, estéreis, protegidos da luz. Cada frasco foi identificado e, sob refrigeração a cerca de -18°C, enviado de imediato ao Laboratório de Óleos e Gorduras da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, em Campinas, SP. No citado laboratório, a eficiência dos diferentes sistemas de antioxidantes foi determinada através do Rancimat 617-Metrohm, a temperatura de 60, 80 e 98°C, utilizando-se 2,5 g de óleo e fluxo de ar de 8,3 L/h como condição padrão para o Rancimat.

O período de indução foi obtido graficamente através das tangentes à parte linear das curvas. A distância em cm, convertido em horas de oxidação no cruzamento das tangentes com as retas iniciais, dá o valor exato do período de indução (OOSTEN, 1981).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os resultados obtidos para o índice de peróxido e o período de indução, determinado pelo Rancimat, a 80 e a 98°C. A temperatura de 60°C foi desprezada já que forneceu períodos de

TABELA 1

Estabilidade oxidativa, determinada pelo Rancimat, para os antioxidantes adicionados à carne de curimatá separada mecanicamente

Sistemas de antioxidantes	Determinações		
	Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> /1000g)	Período de indução (h)	
		a 80°C	a 98°C
Grupo-controle	7,2	17	1 h 30'
0,02% TBHQ	3,0	>96	22 h 15'
0,05% OR	4,0	17	1 h 30'
0,02% TBHQ + 0,05% OR	6,0	76	11 h 30'
0,02% BHA + 0,02% AcC	3,7	96	18 h
0,02% TBHQ + 0,02% BHA	3,2	>96	n.d.+
0,02% TBHQ + 0,02% AcC	6,0	19 h 15'	2 h
0,02% BHA + 0,05% OR	5,6	n.d.	10 h
0,02% TBHQ + 0,02% BHA + 0,05% OR	3,6	n.d.	25 h
0,02% "Embanox 2"	5,4	n.d.	1 h 30'

n.d. = não determinado  
 (+) = período de indução estimado igual a 25 h.  
 TBHQ = terc-butil-hidroquinona  
 OR = óleo de alecrim  
 BHA = butil-hidroxianisol  
 AcC = ácido cítrico  
 "Embanox 2" = BHA + BHT em propileno glicol  
 BHT = butil-hidroxitolueno

indução muito elevados, sem condições de determinação de tangente à curva.

Como se pode observar, algumas amostras, a 80°C, após 96 horas de testes, apresentaram apenas estágios iniciais de oxidação. Para avaliar melhor estas amostras, a temperatura de 98°C trouxe maiores elucidações, retardando em menor grau as reações oxidativas.

O fato acima verificado com a temperatura de 80°C deveu-se, provavelmente, a um aumento na atividade antioxidante, a qual depende da temperatura e pode estar associada à observação de que o alfatocofeol e os fosfolipídeos, antioxidantes naturais presentes na carne do pescado, tenham reagido sinergisticamente com outros antioxidantes. Os fosfolipídeos ocorrem em todos os tecidos e têm sido largamente reconhecidos pela ação como sinergistas de antioxidantes (OLCOTT, 1962). Cabe aqui lembrar que uma das vantagens do método de extração de lipídeos de Bligh and Dyer é a extração, principalmente, de fosfolipídeos presentes na amostra. Já a provável formação de ácidos graxos livres, com o decorrer do tempo, pode ter contribuído para o retardamento de reações oxidativas, pois tais ácidos, no músculo do pescado, retardam a rancidez induzida por compostos prematínicos, localizados na linha lateral do músculo (TAPPEL, 1962).

O melhor resultado obtido com o uso de apenas um antioxidante foi com o sistema de número 2, ou seja, TBHQ, com 22 horas e 15 minutos de período de indução a 98°C. A adição de ácido cítrico ao

TBHQ afetou negativamente a estabilidade oxidativa, diminuindo o período de indução de 22 para 2 horas. Este comportamento foi observado nas duas temperaturas testadas, o que sugere um estudo à parte. Já o óleo de alecrim não apresentou atividade antioxidante quando utilizado sozinho e mostrou-se um próoxidante forte quando usado em conjunto com TBHQ, para testes a 98°C, pois fez o período de indução do óleo de curimatá cair à metade.

O emprego de três antioxidantes (TBHQ + BHA + OR) melhorou em apenas 10% a estabilidade, dado este que não justifica a sua aplicação.

Por seu turno, o "Embanox 2" não apresentou qualquer atividade antioxidante. O efeito sinergista observado em banha, na mistura de BHA e BHT, não se aplica a óleo de pescado neste caso. Na verdade, BHT apresenta grupo estericamente impedido na reatividade do grupo fenólico, com substituintes presentes na posição orto no anel aromático (ANTUNES e col., 1983).

Ácido cítrico e TBHQ têm sido utilizados como sinergistas para óleo de dendê (SANG, 1984), efeito totalmente oposto ao aqui detectado para ácidos graxos altamente insaturados. Resultados semelhantes foram obtidos por PACHECO (1991) e CHAINE *et alii.* (1974).

O TBHQ, considerado neste estudo como o melhor antioxidante, apresentou aumento de 15 vezes

em relação à estabilidade oxidativa do grupo-controle. Este aumento de estabilidade foi confirmado em outros níveis para óleo de tubarão azul (PACHECO, 1991), bem como para outros óleos de peixe e de origem vegetal (INCENHOUR *et alii*, 1991; CHU, 1991; KAITARANTA, 1992).

### CONCLUSÕES

A utilização do equipamento Rancimat mostrou-se adequada para determinar a estabilidade oxidativa

de vários antioxidantes empregados na estabilização de óleo da carne de curimatá separada mecanicamente, em especial à temperatura de 98°C.

O uso de uma mistura de três antioxidantes não se justificou, visto que não melhorou significativamente a estabilidade oxidativa do produto em estudo.

O melhor antioxidante, dentre os testados, foi TBHQ, confirmando o apregoado na literatura, tanto para óleos de peixe como para óleos vegetais.

RIALA6/670

MORAIS, C. de; CARVALHO, J.B. de; TAVARES, M.; GONÇALVES, L.A.G. & CAVALETTI, R.N. — Avaliação in the oxydants efficiency in meet oil of Curimbata (*Prochilodus Scrofa*) by Rancimat mechanical separation. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 54(1): 5-10, 1994.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate, according to Rancimat method, the effectiveness of several antioxidants alone and in combination in retarding the development of rancidity in mechanically deboned curimatá (*Prochilodus scrofa*) meat. In addition, the antioxidants properties of an extract of rosemary (OR) alone and in combination with tert-butylhydroquinone (TBHQ) and butyl-ated hydroxyanisole (BHA) were determined by their addition as solutions to curimatá flesh. Apparently there is no report in the scientific literature on the efficiency of OR for minimizing effects of lipid oxidation in minced fish flesh. The most effective treatment in order to extend the induction period through the use of one antioxidant was with TBHQ at 0,02% w/w (induction period at 98°C was 22 h and 15 min). Using TBHQ the induction period increased 15 times as compared to control-group. From the literature, a similar result was obtained with blue shark (*Prionace glauca*) oil. The use of TBHQ + BHA + OR improved the lipid stabilization by retarding the development of rancidity in order of 10%. Such result doesn't recommend its applications at the technical and economical point-of-view.

**DESCRIPTORS:** curimatá (*Prochilodus scrofa*), mechacically debones meat, antioxidants, fish oil, Rancimat, lipid oxidation.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANTUNES, A.J. & CANHOS, V.P. - *Aditivos em alimentos*. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia. Coordenadoria da Indústria e Comércio. (1983). p. 116.
2. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*. 4th ed. Champaign, A.O.C.S., 1990. (A.O.C.S. Official method Cd 8-53).
3. BARBUT, S.; JOSEPHSON, D.B. & MAURER, A.J. - Antioxidant properties of rosemary oleoresin in turkey sausage. *J. Food Sci.*, 50(5):1356-9, 1985.
4. BARRERA-ARELLANO, D. & ESTEVES, W. - Oxidative stability of potato chips determined by Rancimat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69(4):335-7, 1992.
5. BARRERA-ARELLANO, D.; BERTON-ORSI, M.A. & ESTEVES, W. - Determinação do período de indução de óleos vegetais pelo Rancimat. *Óleos & Grãos*, 11:12-5, 1993.
6. BLIGH, E.G. & DYER, W.J. - A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37(8):911-7, 1959.
7. BRASIL. Leis, decretos, etc. - Resolução nº 04/88 do Conselho Nacional de Saúde. *Diário Oficial*, Brasília, 19 dez. 1988, Seção I, p. 24.716. Aprova a revisão das Tabelas I, III, IV e V, referentes a aditivos intencioanis e anexos I, II, III, IV e VII, todos do Decreto nº 55.871 de 26.03.65.
8. CASTELL, C.H. - Interaction of lipids with non-lipid components of fish muscle during storage. *Am. Chem. Soc.*, 167, AGDF 38, 1974.
9. CHAINE, M.H. & MAC NEILL, R.F. - Effect of stabilization of crude whale oil with tertiary butil hidroquinons and other antioxidants upon keeping quality of resultant deodorized oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 51(3):37-41, 1974.

10. CHU, YH. - A comparative study of analytical methods for evaluation of soybean oil quality. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68 (6):379-84, 1991.
11. DENG, J.C.; MATHEUS, R.F. & WATSON, C.M. - Effect of chemical and physical treatment on rancidity development of frozen mullet (*Mugil cephalus*) fillet. *J. Food Sci.*, 42:344, 1977.
12. FRANK, J.; GEIL, J.V. & FREASO, R. - Automatic determination of oxidation stability of oil and fatty products. *Food Technol.*, 36(6):71-6, 1982.
13. HOULIHAN, C.M. & HO, C.T. - Natural antioxidants. In: MIN, D.B. & SNOUSE, T.H. ed. - Flavor chemistry of fats and oils. A.O.C.S., Champaign, 1985. p. 140.
14. HASENHUETTL, G.L. & WAN, P.J. - Temperature effects on the determination of oxidative stability with Metrohm Rancimat. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69 (6):525-7, 1992.
15. ICENHOUR, T.P. & DOLAH, F.M.V. - A rapid method for analysis of tert-butyl hydroquinone (TBHQ) in ethyl esters of fish oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68 (9):659-61, 1991.
16. KAITARANTA, J.K. - Control of lipid oxidation in fish oil with various antioxidative compounds. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 69(8):810-3, 1992.
17. KAREL, M. - Protein lipid interaction. *J. Food Sci.*, 38 (5):756-63, 1973.
18. KORCZAK, J.; FLACZYK, E. & PAZOLA, Z. - Effects of spices on stability of minced meat products kept in cold storage. *Fleischwurchaf*, 68:64, 1988.
19. LÄBLI, M.W. & BRUTTEL, P.A. - Determination of the oxidative stability of fats and oils: comparison between the active oxygen method (AOCS Cd 12-57) and the Rancimat method. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 63(6):792-5, 1986.
20. LICCIARDELLO, J.J.; RACESI, E.M. & ALLSUP, M.G. -- Stabilization of the flavor of frozen minced whiting. I. Effect of various antioxidants. *Marine Fisheries Rev.*, 44(8):15-21, 1982.
21. LILLARD, D.A. — Effect of processing on chemical and nutritional changes in food lipids. *J. Food Protect.*, 46(1):61-7, 1983.
22. LIU, H.F.; BOOREN, A.M.; GRAY, J.I. & CRACKEL, R.L. -- Antioxidant efficacy of oleoresin rosemary and sodium tripolyphosphate in restructured pork steaks. *J. Food Sci.*, 57(4):803-6, 1992.
23. MOLEDINA, K.H.; REGENSTEIN, J.M.; BAKER, R.C. & STEINKRAUS, K.H. -- Effects of antioxidants and chelators on the stability of frozen stored mechanically deboned flounder meat from racks after filleting. *J. Food Sci.*, 42 (3):759-64, 1977.
24. MORAIS, C. de & MARTINS, J.F.P. -- Considerações sobre o aproveitamento de sobras da industrialização de pescado na elaboração de produtos alimentícios. *Bol. ITAL*, 18(3):253-81, 1981.
25. MORAIS, C. de; LIGORI, A. GALVÃO, M.T.E.L. & MARTINS, S.N. - *Estudo do aproveitamento industrial da carne de curimatá, Prochilodus scrofa, separada mecanicamente*. [Trabalho apresentado no Curso de Pós-Graduação em Tecnologia do Pescado. FEA/UNICAMP, outubro, 1988].
26. OLCOTT, H.S. - Oxidation of fish lipids. In: HEEN, E. & KREUZEN, R. (eds.), *Fish in nutrition*, London, 1962.
27. OOSTEN, C. W. van; POOT, C. & HENSEN, A.C. - The precision of the Swift stability test. *Fette Seifen Anstr.*, 83(4):133-5, 1981.
28. PACHECO, M.T.B. - *Obtenção e fracionamento do óleo de fígado de tubarão azul (Prionace glauca)*. Campinas, 1991. p. 88. [Tese - Mestrado - Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP].
29. RAC, M. & OSFRIC, B. - The properties of rosemary as an antioxidant. *Rev. Franc. Corps Gras.*, 2:196, 198, 1955.
30. SANG, L.A. - A review of the use of citric acid in the processing of oils and fats. *Oléagineux*, 39(2):89-95, 1984.
31. SHUN, W. & FANG, X. - The synergistic antioxidant effect of rosemary extract and -tocopherol in sardine oil model system and frozen-crushed fish meat. *J. Food Proc. and Preserv.*, 16(4):263-74, 1992.
32. SILBERSTEIN, D.A. & LILLARD, D.A. -- Factors affecting the antioxidation of lipids mechanically deboned fish. *J. Food Sci.*, 42:764, 1977.
33. STANSBY, M.E. - Reliability of fatty acids values purporting to represent composition of oil from different species of fish. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58(1):13-6, 1981.
34. SWEET, C.W. - Activity of antioxidants in fresh fish. *J. Food Sci.*, 38(7):1250-1, 1973.
35. TAPPEL, A.L. - Hematin compounds and lipoxidase as biocatalists. In: SCHULTZ, H.W.; DAY, E.A. & SINHUBEN, E.O. (eds.), *Symposium on foods: lipids and their oxidation*, p. 122-138, Westport, 1962.
36. VALENZUELA, A.; NIETO, S. CASSELS, B.K. & SPEIKY, H. - Inhibitory effect of boldine on fish oil oxidation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68(12):935-7, 1991.
37. YI, O-S; DAESEOK, H. & SHIN, H-K. - Synergistic antioxidative effects of tocopherol and ascorbic acid in fish oil/lecithin/water system. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 68(11):881-3, 1991.

Recebido para publicação em 02 de setembro de 1993.