

Ação de diferentes agentes sobre a oxidação lipídica de carne mecanicamente separada de frango*

Juliana Bigolin¹, Cleusa Inês Weber² e Alexandre da Trindade Alfaro³⁺

ABSTRACT. Bigolin J., Weber C.I. & Alfaro A.T. [Action of different agents on lipid oxidation of mechanically deboned chicken meat.] Ação de diferentes agentes sobre a oxidação lipídica de carne mecanicamente separada de frango. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 36(4):383-388, 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara s/n, Caixa postal 135, Francisco Beltrão, PR 85601-970, Brasil. E-mail: alexandre@utfpr.edu.br

The study evaluated the effect of sodium chloride (1, 5%), sodium erythorbate (0,5% and 1,0%) and ascorbic acid (0,1% and 0,2%) in inhibition lipid oxidation in mechanically deboned chicken (CMS). Were determined the peroxide value, acidity, pH, color and odor of the samples on 1st, 3rd and 5th days. Treatments with sodium erythorbate and ascorbic acid had a significant influence ($p \leq 0,05$) on the peroxide value, acidity and pH. Ascorbic acid and erythorbate sodium especially, were effective in reducing lipid oxidation in mechanically deboned chicken.

KEY WORDS. Mechanically deboned meat, lipid oxidation, agents.

RESUMO. O estudo avaliou o efeito do cloreto de sódio (1,5%), eritorbato de sódio (0,5% e 1,0%) e ácido ascórbico (0,1% e 0,2%), na inibição da oxidação lipídica de carne mecanicamente separada de frango (CMS). Foram determinados nas amostras o índice de peróxido, acidez, pH, cor e odor no 1º, 3º e 5º dias. Os tratamentos com eritorbato de sódio e ácido ascórbico apresentaram influência significativa ($p \leq 0,05$), sobre o índice de peróxido, acidez e pH. Ácido ascórbico e principalmente o eritorbato de sódio, mostraram-se eficientes na redução da oxidação lipídica de carne mecanicamente separada de frango.

PALAVRAS-CHAVE. Carne mecanicamente separada, oxidação lipídica, agentes.

INTRODUÇÃO

A carne mecanicamente separada (CMS) de frango é uma matéria-prima amplamente utilizada

para a industrialização de embutidos cárneos. De acordo com a Revista Sindiavipar (2011), em 2010 o estado do Paraná, Brasil, exportou mais de 1 milhão de toneladas de carne de frango para mais de 120 países do mundo, o que resultou em um faturamento superior a 1,69 bilhão de dólares.

Em decorrência da modernização tecnológica, a CMS tem se expandido, principalmente, por sua facilidade de obtenção e transformação de produtos industrializados (Gonçalves et al. 2009).

A carne mecanicamente separada de aves surgiu no final da década de 50, nos Estados Unidos. O surgimento da CMS se deu pela preferência dos consumidores por cortes de frangos e filés ao invés dos frangos inteiros, e assim a predileção por cortes de frangos despertou a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa (Móri et al. 2006).

*Recebido em 23 de novembro de 2012.

Aceito para publicação em 11 de fevereiro de 2014.

¹ Tecnólogo em Controle de Processos Químicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara s/n, Caixa postal 135, Francisco Beltrão, PR 85601-970, Brasil. bigolinjuliana@yahoo.com.br

² Tecnólogo em Alimentos, DSc. UTFPR, Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara s/n, Caixa postal 135, Francisco Beltrão, PR 85601-970. cleusaines@utfpr.edu.br

³ Engenheiro de Alimentos, DSc. UTFPR, Campus Francisco Beltrão, Linha Santa Bárbara s/n, Caixa postal 135, Francisco Beltrão, PR 85601-970.

+ Autor para correspondência, E-mail: alexandre@utfpr.edu.br

A obtenção da carne mecanicamente separada de aves é uma tecnologia muito empregada nas indústrias, uma vez que viabiliza a utilização de matérias primas consideradas pouco nobres ou mesmo sem valor comercial. Por se tratar de uma matéria prima de baixo custo, a CMS de ave é largamente utilizada como fonte de proteína na formulação de produtos industrializados (Pereira 2009). Na sua composição há um alto conteúdo lipídico, que a torna muito susceptível a ocorrência de reações oxidativas. Estas reações são derivadas das transformações metabólicas ocorridas com os ácidos graxos presentes na carne. Segundo a legislação vigente, o teor máximo de gordura permitido na CMS é de 30% (BRASIL, 2000).

Além do alto conteúdo lipídico, o método de obtenção é outro aspecto que contribui para ocorrência de oxidação lipídica na CMS, visto que no seu processamento ocorre a incorporação de minerais resultantes da fragmentação dos ossos. Além disso, a moagem durante o processo aumenta a superfície de contato do produto com a luz e o oxigênio, agentes aceleradores da oxidação. A vida útil de CMS de frango é de 24 horas sob temperatura inferior a 4°C, 72 horas se mantida a 0°C e de 90 dias se conservado em temperatura de -18°C (Brasil 2000).

A oxidação é um processo natural em carnes e seus derivados, sendo sua ocorrência potencializada na presença de agentes oxidativos. Uma alternativa para o retardamento da oxidação lipídica em carnes mecanicamente separadas seria a adição de compostos antioxidantes e conservantes, porém tal prática não é permitida pela legislação vigente. Thomas (2000), define como antioxidante qualquer substância que, quando presente em baixas concentrações em relação ao substrato oxidável, atrasa ou inibe consideravelmente a oxidação do substrato. Os antioxidantes podem atuar por diversos mecanismos protegendo os lipídios alvo dos iniciadores da oxidação ou interrompendo a fase de propagação como descreve Mariutti & Bragagnolo (2009). O eritorbato de sódio e o ácido ascórbico são antioxidantes largamente utilizados na indústria alimentícia, enquanto o cloreto de sódio é utilizado como conservante além de conferir sabor em carnes e derivados. Segundo RAFECAS et al. (1998), na escolha de um antioxidante deve-se considerar fatores como legislação, custo e preferência do consumidor por antioxidantes naturais.

O presente trabalho avaliou a inibição da oxidação lipídica na carne mecanicamente separada de frango frente à adição de cloreto de sódio, eritorbato de sódio e ácido ascórbico. Para tanto, foram

avaliados o pH, acidez, índice peróxido, cor e odor das CMS's.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

Foram utilizadas amostras de carne mecanicamente separada de frango obtidas em frigorífico de aves situado no estado do Paraná, utilizando desossadora mecânica (Poss Limited, mod. PDE 2500).

As amostras de CMS foram coletadas logo após sua obtenção e encaminhadas para o Laboratório Físico-Químico da unidade produtora, e divididas nos seguintes tratamentos: tratamento controle - amostra de CMS *in natura*; tratamento cloreto de sódio 1,5% (CS); tratamento eritorbato de sódio 0,5% (ES1); tratamento eritorbato de sódio 1,0% (ES2); tratamento ácido ascórbico 0,1% (AA1); tratamento ácido ascórbico 0,2% (AA2).

Foram utilizados cloreto de sódio com pureza mínima de 99,8% (Romani), ácido ascórbico com pureza mínima de 99% (Makeni Chemicals) e eritorbato de sódio, de pureza mínima de 98% (ICL Brasil).

As amostras foram devidamente homogeneizadas, separadas em amostragens menores, adicionadas com os agentes cloreto de sódio 1,5%, eritorbato de sódio 0,5 e 1,0% e ácido ascórbico 0,1 e 0,2%, identificadas e acondicionadas em refrigerador na temperatura de 0°C, procurando simular o processo de conservação, de 72 horas, da CMS durante o processo de produção, transporte, acondicionamento e industrialização do produto final.

As análises foram efetuadas 24h (1º dia), 72h (3º dia) e 120h (5º dia), após o processo produção da CMS.

Determinação de pH

Para a determinação do pH foram utilizadas 50 gramas de amostra e adicionados 20mL de água destilada conforme descreve Brasil (1999) e a leitura foi procedida em potenciômetro (Mettler Toledo, mod DL 25).

Determinação de acidez

O método utilizado baseou-se na extração da gordura com utilização de mistura éter etílico: álcool etílico 2:1, com agitação contínua de 2 horas ou repouso de 8 horas e titulação de neutralização com NaOH 0,1mol/L e fenolftaleína como indicador e os valores foram expressos em mg de NaOH/g de gordura (IAL 2005).

Determinação do índice de peróxido

A extração da gordura foi realizada utilizando mistura éter etílico:éter de petróleo 1:1 e teste iodométrico, e os valores foram expressos em mEq/Kg gordura (AOAC 2000).

Avaliação sensorial de cor e odor

A avaliação da cor foi dedutória, utilizando a percepção visual e olfativa das características das CMS's.

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância (ANOVA) e os resultados fo-

ram submetidos ao teste de Tukey, com confiabilidade $\geq 95\%$, utilizando o programa Statistica 6.0 para Windows (Statsoft™, Inc., Tulsa, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à cor da CMS, a adição de cloreto de sódio provocou, entre o 1º e o 3º dia, a formação de pigmentos escuros na carne mecanicamente separada de frango do tratamento CS, bem como no tratamento controle. Os tratamentos com eritorbato de sódio, nas concentrações de 0,5% e 1,0%, apresentaram notável influência sobre o parâmetro cor, entre o 1º dia e o 5º dia de vida útil do produto. Em contrapartida, os tratamentos com 0,1% e 0,2% de ácido ascórbico apresentaram pouca influência sobre a cor, sendo que a coloração foi característica somente no primeiro dia de vida útil, enquanto que, no intervalo do 3º e 5º dias, as amostras apresentaram coloração rósea com manchas escuras. Entretanto, no tratamento controle ocorreu a alteração da cor, passando a apresentar uma coloração rósea marrom a partir do 2º dia de vida útil.

As alterações na qualidade da carne podem ser percebidas pelas mudanças de sabor, de cor, de textura, de valor nutricional e pela produção de compostos potencialmente tóxicos. Em relação à cor da carne, Liu et al. (1995) afirmam que existe a hipótese de que alguns radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica atuam diretamente sobre os pigmentos, resultando na sua oxidação ou danificando os sistemas de redução do pigmento. Normalmente, a superfície da carne exposta ao oxigênio é vermelho-brilhante porque a mioglobina está oxigenada, mas pode ocorrer deterioração dessa cor durante o armazenamento e exposição à luz devido à oxidação de pigmentos e de lipídios, que podem alterar o grupo heme e iniciar a oxidação da mioglobina, que causa a perda de cor da carne (Lynch et al. 1999).

Em relação ao odor, observou-se que todas os tratamentos de CMS, no primeiro dia de vida útil,

apresentaram odor característico. No terceiro dia de vida útil os tratamentos ES1 e ES2 não apresentaram nenhuma alteração no odor em relação ao primeiro dia, enquanto que os tratamentos CS e AA1 e AA2 e o controle apresentaram odores ácidos. No quinto dia de vida útil os tratamentos ES1 e ES2 ainda se mostraram com odor característico, enquanto que os tratamentos AA1, AA2 e controle apresentaram odor sulfídrico.

Os lipídeos conferem características desejáveis de suculência, sabor e aroma, contudo são facilmente oxidáveis, levando à formação de produtos tóxicos e indesejáveis (Shimokomaki et al. 2006).

O eritorbato apresenta um forte efeito antioxidante, prevenindo o desenvolvimento de rancidez oxidativa, quando aplicado em concentrações acima de 100 ppm, sendo que em concentrações mais baixas pode acelerar o desenvolvimento da rancidez oxidativa (Gray & Pearson 1987). O ácido ascórbico se destaca entre os antioxidantes naturais, como um dos agentes mais utilizados em alimentos (Frankel 1996).

Os resultados obtidos para pH, índice de peróxido e acidez, no 1º dia de vida útil da CMS estão dispostos na Tabela 1. Os resultados obtidos para acidez foram menores ($p \leq 0,05$) nos tratamentos ES1, ES2, AA1 e AA2 quando comparados ao Controle, e o tratamento CS não diferiu em relação ao Controle. Os tratamentos ES1, ES2, AA1 e AA2 não apresentaram diferenças entre os tratamentos, e o CS teve diferença do tratamento AA2. Portanto ambos os agentes químicos utilizados apresentaram efeito semelhante sobre a acidez da CMS após um dia de armazenamento. O índice de peróxido não diferiu ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos no 1º dia de vida útil da CMS, pois não foram detectados peróxidos nas amostras analisadas em quantidade detectável pela metodologia.

Em relação à determinação do pH, observou-se que os tratamentos ES1 e AA2 apresentaram pH maior ($p \leq 0,05$) que o Controle.

Tabela 1. Valores médios de pH, índice de peróxido e acidez, no 1º dia de vida útil da CMS de frango, com e sem adição de agentes.

Tratamentos	Acidez (mg NaOH/* g gordura)	Índice de peróxido (mEq KOH/Kg gordura)*	pH*
Controle	5,18±0,54 ^a	0,00±0,00 [†]	6,04±0,12 [†]
Cloreto de sódio (CS)	4,05±0,51 ^{a,c}	0,00±0,00 [†]	6,45±0,02 ^c
Eritorbato de sódio 0,5% (ES1)	2,84±0,11 ^{b,c}	0,00±0,00 [†]	6,81±0,17 ^{b,c}
Eritorbato de sódio 1,0% (ES2)	3,23±0,36 ^{b,c}	0,00±0,00 [†]	6,58±0,32 ^a
Ácido ascórbico 0,1% (AA1)	2,60±0,10 ^{b,c}	0,00±0,00 [†]	6,48±0,01 ^a
Ácido ascórbico 0,2% (AA2)	2,34±0,16 ^b	0,16±0,16 [†]	6,82±0,06 ^{b,c}

Os valores acima são referentes a três determinações por tratamento utilizado.

* Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey.

Os valores médios de pH, índice de peróxido e acidez, no 3º dia de vida útil da CMS de frango com e sem adição de agentes estão apresentados na Tabela 2. Após o 3º dia de vida útil apenas o tratamento ES1 apresentou menor índice de acidez, e, portanto foi mais efetivo em relação aos demais tratamentos na inibição da acidez ($p \leq 0,05$). No entanto, o tratamento ES1 não diferiu do tratamento AA1 e AA2 ($p \leq 0,05$).

Em experimento utilizando-se filés de peito de frango, Mantilla et al. (2009), observou que somente a partir do 12º dia ocorreram variações consideráveis nas leituras de pH. Em contrapartida, Pollonio (1994), observou em estudo com carne mecanicamente separada de frango que os resultados de pH ficaram entre 6,20 e 6,37, em amostras estocadas e congeladas por seis meses.

Na análise do índice de peróxido ao 3º dia de vida útil, foi verificado que os tratamentos ES1 e ES2 apresentaram maior eficiência sobre a inibição da formação de peróxidos na CMS de frango ($p \leq 0,05$). Os tratamentos AA1 e AA2 foram menos efetivos que os demais agentes utilizados para a inibição da formação de peróxidos, apresentando resultados semelhantes ao tratamento controle ($p \leq 0,05$). Em relação à determinação do pH, verificou-se que os tratamentos que apresentaram menores índices de acidez apresentaram maior valor de pH.

Os valores obtidos no 5º dia de análise da CMS estão apresentados na Tabela 3. A análise de acidez entre os tratamentos ES1, ES2, AA1 e AA2 não apresentou diferença significativa e os mesmos apresentaram valores inferiores ao tratamento CS e Controle ($p \leq 0,05$). Verifica-se que, os tratamentos com eritorbato de sódio e ácido ascórbico atuaram efetivamente na inibição da acidez da CMS de frango, apresentando acidez semelhante, no 5º dia de vida útil, ao Controle no 3º dia de vida útil. Na determinação do índice de peróxido, verificou-se que o tratamento CS apresentou maiores valores de peróxido que os demais tratamentos, porém o mesmo tratamento não apresentou diferença em relação ao Controle ($p \leq 0,05$). Segundo Olivo (2006), os peróxidos são produtos da primeira etapa da oxidação lipídica e não são tóxicos, mas os produtos secundários da oxidação podem ser tóxicos. Bellaver & Zanotto (2010), complementam que o índice de peróxido (IP) é a maneira comum de detectar a rancidez da gordura. A formação de odores de rancidez é provável que indique que o processo de oxidação esteja em sua fase final. O IP baixo em sua fase final deve coincidir com altas concentrações de produtos secundários (aldeídos, cetonas, álcoois e ésteres).

A CMS é altamente susceptível à rancidez devido a grande área de contato com o oxigênio e a sua forma de obtenção, apresentando na sua composi-

Tabela 2. Valores médios de pH, índice de peróxido e acidez, no 3º dia de vida útil da CMS de frango, com e sem adição de agentes.

Tratamentos	Acidez (mg NaOH/g gordura)*	Índice de peróxido (mEq KOH/Kg gordura)*	pH*
Controle	5,08±0,24 ^a	1,73±0,56 ^a	6,54±0,04 ^a
Cloreto de sódio (CS)	5,13±0,46 ^a	3,35±0,62 ^b	6,53±0,04 ^a
Eritorbato de sódio 0,5% (ES1)	3,89±0,18 ^b	0,00±0,00 ^c	6,97±0,01 ^b
Eritorbato de sódio 1,0% (ES2)	4,06±0,05 ^a	0,00±0,00 ^c	6,83±0,10 ^{a,b}
Ácido ascórbico 0,1% (AA1)	4,38±0,07 ^{a,b}	0,36±0,18 ^a	6,62±0,12 ^a
Ácido ascórbico 0,2% (AA2)	4,21 0,11 ^{a,b}	0,22±0,11 ^a	6,74±0,02 ^{a,b}

Os valores acima são referentes a três determinações por tratamento utilizado.

*Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey.

Tabela 3. Valores médios de pH, índice de peróxido e acidez, no 5º dia de vida útil da CMS de frango, com e sem adição de agentes.

Tratamentos	Acidez (mg NaOH/g gordura)*	Índice de peróxido (mEq KOH/Kg gordura)*	pH*
Controle	8,13±0,78 ^a	0,13±0,03 ^b	6,54±0,01 ^a
Cloreto de sódio (CS)	7,89±1,09 ^a	0,30±0,09 ^b	6,53±0,00 ^a
Eritorbato de sódio 0,5% (ES1)	4,87±0,39 ^b	0,00±0,00 ^c	6,47±0,01 ^a
Eritorbato de sódio 1,0% (ES2)	4,84±0,13 ^b	0,00±0,00 ^c	6,47±0,01 ^a
Ácido ascórbico 0,1% (AA1)	5,37±0,03 ^b	0,00±0,00 ^c	6,55±0,11 ^a
Ácido ascórbico 0,2% (AA2)	5,05±0,13 ^b	0,00±0,00 ^a	6,40±0,16 ^a

Os valores acima são referentes a três determinações por tratamento utilizado.

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey.

ção altos teores de gordura, lipídios e cálcio. Para inibir ou retardar a oxidação de lipídios em alimentos os antioxidantes são largamente utilizados. A ação do antioxidante acontece quando o mesmo se liga ao oxigênio competitivamente, retardando a etapa de iniciação, interrompendo a etapa de propagação pela destruição ou pela ligação dos radicais livre, inibindo os catalisadores ou estabilizando os hidroperóxidos. Os antioxidantes não devem ser tóxicos, devem apresentar alta atividade em baixas concentrações, devem se concentrar na superfície da fase graxa do alimento e devem resistir às condições de processamento do alimento, e contribuir para a estabilidade do produto final (Oetterer et al. 2006).

Observando os valores de pH obtidos, observa-se que entre os tratamentos não houve diferença. Porém, quando comparados aos valores obtidos após o 3º dia verifica-se que houve uma redução, isso, possivelmente se deve ao aumento da acidez após o 5º dia de vida útil do produto uma vez que a acidez corresponde à quantidade (em mg) de base (KOH ou NaOH) necessária para neutralizar os ácidos graxos livres presentes em 1 g de gordura presente na CMS de frango.

A utilização dos antioxidantes eritorbato de sódio e ácido ascórbico, nos níveis estudados, foi efetiva para inibir a formação de peróxidos na CMS de frango até o 5º dia de vida útil sob refrigeração. Em estudo realizado com CMS de perus, verificou-se que dentre os antioxidantes estudados, durante 7 meses sob congelamento, mostraram-se menos eficiente, na seguinte ordem, ácido ascórbico, vitamina C em solução aquosa, sintético de vitamina E, sendo que o antioxidante que apresentou maior eficiência com o decorrer do tempo foi o extrato de alecrim (Mielnik et al. 2003). A utilização de peptídeos bioativos de caseína em CMS de frango também se apresentou como alternativa de antioxidante natural (Rossini et al. 2009). Hassan & Fan (2005) compararam os antioxidantes sintéticos BHA e BHT com polifenóis obtidos de folhas de cacau, que apresentou efeito inferior, porém muito semelhante sobre a oxidação de CMS de frango.

De acordo com os dados obtidos neste trabalho, observa-se que o a adição de cloreto de sódio não apresentou efeito sobre o retardo da oxidação lipídica. Corroborando com outros autores que afirmam que deve ser evitado o cloreto de sódio em carne fresca a ser congelada, pois atua como pró-oxidante, promovendo o ranço oxidativo e a cor marrom indesejável da metamioglobina (Roça 2012). Segundo Torres et al. (1998), a adição de sal

em produtos cárneos é um problema para a qualidade dos mesmos, pois tem sido associada à oxidação lipídica e à descoloração de carnes com a presença de metais atuando como catalisadores.

CONCLUSÕES

Os tratamentos com eritorbato de sódio 0,5% (ES1) e 1,0% (ES2) mostraram-se eficientes diante da rancidez oxidativa da CMS, pois reduziram a formação de pigmentos e de odores característicos resultantes da oxidação lipídica. Enquanto que os tratamentos com ácido ascórbico 0,1% (AA1) e 0,2% (AA2) apresentaram ação sobre a cor e odor somente no primeiro dia de avaliação. O tratamento com cloreto de sódio 1,5% (CS) não apresentou inibição da oxidação lipídica.

Os resultados demonstram que o eritorbato de sódio e o ácido ascórbico são efetivos para redução da rancidez oxidativa de carne mecanicamente separada de frango, sendo necessário estudos posteriores para otimizar as concentrações adicionadas.

REFERÊNCIAS

- AOAC. *Official Methods of the Association of Official Agricultural Chemist's International*. 17th ed. Washington, DC, 2000.
- Bellaver C. & Zanotto D.L. Parâmetros de Qualidade em Gorduras e Subprodutos Protéticos de Origem Animal. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_k9r8d4m.pdf> Acesso em: 14 Nov., 2010.
- Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 20 de 21 de julho de 1999. Métodos Analíticos Físico-químicos para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura - SDA. Diário Oficial da União, seção 1, 1999.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº. 04, 31 de março de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Aves, Bovinos e Suínos. *Diário Oficial da União*, seção 1, 2000a. p.6-10.
- Frankel E.N. Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality. *Food Chemistry*, 57:51-55, 1996.
- Gonçalves R.M., Gonçalves J.R., Gonçalves R.M., Oliveira R.R., Oliveira R.A. & Lage M.E. Avaliação Físico-Química e Conteúdo de Metais Pesados em Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Frango e de Bovino Produzidas no Estado de Goiás. *Ciênc. Anim. Bras.*, 10:553-559, 2009.
- Gray J.I. & Pearson A.M. Rancidity and warmed-over flavor, p.221-269. In: Pearson A.M. & Dutson T.R. (Eds), *Advances in meat research*. Van Nostrand Reinhold Co, New York, 1987.
- Hassan O. & Fan L.S. The anti-oxidation potential of polyphenol extract from cocoa leaves on mechanically deboned chicken meat (MDCM). *LWT - Food Sci. Technol.*, 38:315-321, 2005.
- IAL. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4ª ed., Brasília, 2005. 1018p.
- Liu Q., Lanari C. & Schaefer D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *J. Anim Sci*, 73:3131-3140, 1995.
- Lynch M.P., Kerry J.P., Buckley D.J., Faustman C. & Morrissey P.A. Effect of dietary vitamin E supplementation on the color and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. *Meat Science*, 52:95-99, 1999.
- Mantilla P.S.S., Santos É.B., Conte Júnior C.A., Mano S.B., Vital H.C. & Franco R.M. Bactérias Deteriorantes em Filés de Frango Emba-

- lados em Ar, vácuo e irradiados: parâmetros bacteriológicos de desenvolvimento e prazo comercial. *Pesq. Agropec. Trop.*, 39:271-277, 2009.
- Mariutti L.R.B. & Bragagnolo, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 68:1-11, 2009.
- Mielnik M.B., Aaby K. & Skrede G. Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Science*, 65:1147-1155, 2003.
- Móri C., Garcia E.A., Andrighetto C. & Pelicia K. Carne de aves separada mecanicamente (mechanical separated poultry meat). *Revista Eletrônica de Veterinária*. Disponível em: < <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406/040602.pdf>>. Acesso em: 09 maio, 2012.
- Oetterer M., Regitano-d'Arce M.A.B. & Spoto M.H.F. *Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos*. 1ª ed. Manole, Barueri, 2006. 611p.
- Olivo R. *O Mundo do Frango: Cadeia Produtiva da Carne do Frango*. Ed. Do Autor, Criciúma, 2006. 680p.
- Pereira M.G. *Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave*. Dissertação. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria (RS), 2009. 125p. (Disponível em: < http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=138286 >)
- Pollonio M.A.R. *Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1994. 141p. (Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000164&pid=S0101-2061200800010002300027&lng=pt>)
- Rafecas M., Guardiola F., Illera M., Codony R. & Boatella J. Liquid chromatographic determination of phenolic antioxidants in bakery products. *Chromatographia*, 822:305-309, 1998.
- Revista Sindiavipar. Avicultura no Paraná. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/90930-Revista-Sindiavipar-n-20/>>. Acesso em: 10 Mar, 2011.
- Roça R.O. Cura de carnes. Disponível em: <<http://pucrs.campus2.br/~thompson/Roca111.pdf>>. Acesso em 05 set. 2010.
- Rossini K., Noreña C.P.Z., Olivera F.C. & Brandelli A. Casein peptides with inhibitory activity on lipid oxidation in beef homogenates and mechanically deboned poultry meat. *LWT - Food Sci. Technol.*, 42:862-867, 2009.
- Shimokomaki M., Olivo R., Terra N.N. & Franco B.D.G.M. *Atualidades em ciência e tecnologia de carnes*. Varela, São Paulo, 2006. 230p.
- Thomas M.J. The role of free radicals and antioxidants. *Nutrition*, 16:16-18, 2000.
- Torres E.A.F.S., Rimoli C.D., Olivo R., Hatano M.K. & Shimokomaki M. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. *Ciênc. Tecnol. Alim.*, 18:49-52, 1998.