

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE
NA CONSERVAÇÃO DA CARNE DE FRANGO
*in vivo***

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ana Denize Grassi Padilha

Santa Maria, RS – Brasil.

2007

ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE NA CONSERVAÇÃO DA CARNE DE FRANGO *in vivo*

por

Ana Denize Grassi Padilha

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Área de Concentração em Tecnologia de Carnes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof.º Dr.º Nelcindo Nascimento Terra

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais**

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Dissertação de Mestrado

**ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE NA
CONSERVAÇÃO DA CARNE DE FRANGO *in vivo***

elaborada por
Ana Denize Grassi Padilha

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

COMISSÃO EXAMINADORA:

Nelcindo Nascimento Terra, Dr.
(Presidente/Orientador)

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards, Dr. (UFSM)

Maristela Lovato Flores, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 29 de Janeiro de 2007.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Eduardo e Ione, e aos amigos José Carlos e Sônia por estarem sempre por perto com carinho e me incentivarem a continuar estudando e progredindo.

Ao Marcelo, pelo amor, carinho, companheirismo e apoio, sempre disposto a ajudar no que fosse preciso, me dando força para completar mais esta etapa. Ao meu irmão Luiz Eduardo pelo apoio e pelas análises e explicações estatísticas recebidas.

Ao meu orientador Nelcindo Nascimento Terra, que além de guiar este trabalho, me mostrou o fascinante caminho da pesquisa, um exemplo de dedicação à ciência. Obrigada pelos ensinamentos e amizade.

A minha Co-orientadora Leadir Lucy Martins Fries, pela oportunidade de trabalhar e aprender com ela, pela amizade e sobretudo por ter acreditado e valorizado meu trabalho durante a realização do mestrado, Muito obrigada.

Ao Prof^o Juarez Morbini Lopes e sua equipe, obrigado pelo espaço cedido no setor de avicultura. Agradeço pela recepção e simpatia de todos.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos –ITAL/ Campinas-PR, em especial a pesquisadora Sueli Regina Baggio pelas análises realizada e pela atenção recebida, Muito obrigada.

Aos amigos, Eliane de Carli, Andréia Cirolini, Paulo C.B. Campagnol, Edsom Toneto, Bibiana A. dos Santos, Diala Urnau, Eliana Baldissera, Ariane S. Furtado Giovana Dotta, com os quais além de trabalho, compartilhei bons momentos de amizade.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, em especial à Liana I. Guidolin Milani pelo apoio e ensinamentos. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos transmitidos.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Universidade Federal de Santa Maria

ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE NA CONSERVAÇÃO DA CARNE DE FRANGO *in vivo*

Autora: Ana Denize Grassi Padilha

Orientador: Nelcindo Nascimento Terra

Co-orientadora: Leadir L. Martins Fries

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de Janeiro de 2007, CCR- Sala
Cláudio Antônio Mussoi, -3110 – Prédio 42.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do antioxidante natural, extrato hidro-etanólico de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), sobre a oxidação lipídica, conteúdo de colesterol e perfil dos ácidos graxos, da carne de frangos de corte, quando submetidos á dieta com antioxidante natural. Os resultados dos teores de colesterol nos cortes de peito variaram de 32,17 a 52,90 mg/100g de carne, e de 42,21 a 68,59 mg/100g de carne nos cortes de coxa. O tratamento com 0,3% de antioxidante para o peito de frango diferiu dos demais tratamentos, obtendo o menor teor de colesterol. Os resultados do teste de inibição da oxidação foram de 21,81%, 63,64% e 50,91% respectivamente para 0,3%, 0,5% e 0,7% do antioxidante natural. O tratamento com 0,7% de antioxidante, apresentou a maior concentração de fenóis totais (10,56g/ml), seguidos pelos tratamentos 0,5% (7,71g/ml) e 0,3% (5,29g/ml). O antioxidante natural proporcionou uma diminuição do colesterol na carne de frango, comportamento que pode ser explicado pelo efeito biológico potencial dos compostos fenólicos como seqüestradores de radicais livres, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Estes resultados sugerem, portanto, um efeito antioxidante dos fenóis identificados no extrato hidro-etanólico de erva mate, sobre o mecanismo de formação do colesterol *in vivo* de frangos. O antioxidante natural exerceu uma influência preponderante sobre a qualidade oxidativa da carne de frango durante o período de armazenamento sob refrigeração e congelamento. Os valores de pH se mantiveram normais, o TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) sofreu um aumento considerável com variação de 0,117 a 1,053mg de malonaldeído/kg e de 0,078 a 0,780mg de malonaldeído/kg para peito e coxa de frango respectivamente, indicando diminuição na velocidade oxidativa da carne. No período de congelamento os valores de TBARS para os corte de coxa (trat. 0,3%), observou-se maior estabilidade, uma variação de 0,117 a 0,234mg de malonaldeído/kg até os dois meses de congelamento, após este período elevou-se até 0,780mg de malonaldeído/kg. O perfil de ácidos graxos mostrou aumento no conteúdo dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 nos cortes de peito de frango (trat.0,3%) e maior conteúdo de ácidos graxos insaturados. Foram detectados vinte e seis (26) ácidos graxos nos cortes de peito e coxa de frango. Os ácidos graxos C16:1, C18:1, C18:2, C22:5 (DPA), C18:3 e C20:4 foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos nos cortes de peito de frango (trat. 0,3%) o percentual do ácido monoinsaturado oléico, da família ômega-9, apresentou teores mais elevados (2,10g/100g) que os encontrados na literatura. Desta forma é possível propor a utilização do antioxidante natural de erva

mate, com a finalidade de obter carnes e produtos cárneos com propriedades funcionais importantes para a saúde humana.

Palavras-chaves: antioxidante natural, carne de frango, conservação da carne, antioxidante natural na ração, vida-de-prateleira, peito e coxa de frango.

ABSTRACT

Master's degree Dissertation
Postgraduate Course in Food Science and Technology
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

NATURAL ANTIOXIDANT OF YERBA MATE IN THE CONSERVATION OF THE CHICKEN MEAT *in vivo*

Author: Ana Denize Grassi Padilha

Adviser: Nelcindo Nascimento Terra

Co Adviser: Leadir L. Martins Fries

Place and Date of Defense: Santa Maria, January 29, 2007, CCR - Hall
Cláudio Antônio Mussoi, -3110 – 42th block.

The objective of this study was to verify the influence of the natural antioxidant, hidro-ethanolic extract of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), on the lipid oxidation, cholesterol content and profile of the fatty acids, of the meat of cut chickens, when submitted the dietary with natural antioxidant. The results of cholesterol assays the of chicken breast had varied of 32.17 the 52.90 mg/100g of meat, and 42.21 the 68.59 mg/100g of meat in the thigh cuts. The treatment with 0,3% of natural antioxidant for the chicken breast differed from the others treatments, getting low the cholesterol. The results of the test of inhibition of the oxidation had been of 21.81%, 63.64% and 50.91% respectively for 0.3%, 0.5% and 0.7% of the natural antioxidant. The treatment with 0.7% of natural antioxidant, has presented the greater total phenols concentration (10.56g/ml), followed for treatments 0.5% (7.71g/ml) and 0.3% (5.29g/ml). The natural antioxidant provided a reduction of the cholesterol in the chicken meat, behavior that can be explained by potential the biological effect of phenolic composites as kidnapping of free radicals, acting in such a way in the stage of initiation as in the propagation of the oxidation process. These results suggest, therefore, an antioxidant effect of phenols identified in the extract hidro-ethanolic of yerba-mate, on the mechanism of formation of the *in vivo* cholesterol of chickens. The natural antioxidant exerted a preponderant influence on the oxidation quality of the chicken meat, during the period of storage under refrigeration and freezing. The values of pH if had kept normal, the TBARS (2-thiobarbituric acid) suffered to a considerable increase with variation from 0.117-1.053mg of malondialdehyde /kg and 0.078-0.780mg of malondialdehyde /kg for breast and thigh of chicken respectively, indicating reduction in the oxidation speed of the meat. In the period of freezing the values of TBARS for the thigh cut, (trat. 0.3%), greater stability was observed, an variation of 0.117-0.234 mg of malondialdehyde /kg until the two months of freezing, after this period was raised until 0.780mg of malondialdehyde /kg. The prolife fatty acid polyunsaturated n-3, in the cuts of chest of chicken (trat.0.3%) and greater insaturated fatty acid content. Was observed twenty six (26) fatty acid in the cuts of the breast and thigh of chicken. The fatty acid, C16:1, C18:1, C18:2, C22:5 (DPA), C18:3 e C20:4, they had been found in greater porcentage that the other fatty acid in the cuts of chicken

breast (trat. 0.3%) the percentage acid monounsaturado oleic, of the family n-9, it presented higher level (2.10g/100g) that the observed in literature. Of this form it is possible to consider the use of the natural antioxidant of yerba-mate, with the purpose to have meats and products meat with important functional properties for the health human being.

Keywords: natural antioxidant, meat chicken, conservation meat, natural antioxidant in the ration, shelf- of- life, breast and thigh the chicken.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1. Principais ácidos graxos do tecido adiposo da carne.	14
Tabela 2. Dietas fornecidas conforme a idade das aves.	31
Figura 1. Esquema geral da autoxidação.	20

LISTA DE TABELAS E FIGURAS DO ARTIGO 1

Figura 1. Valores de colesterol (mg%) dos cortes de peito e coxa de frango, submetidos a uma dieta com antioxidante natural de erva mate na ração.	38
Figura 2. Relação entre percentagem de lipídios e teor de colesterol dos cortes de peito de frango.	39
Figura 3. Curva padrão de fenóis totais correspondente a concentração de catequinas.	40
Figura 4. Valores da porcentagem de inibição da oxidação lipídica do extrato hidro-etanólico de erva mate em diferentes concentrações.	40

LISTA DE TABELAS E FIGURAS DO ARTIGO 2

Tabela 1. Valores médios de pH para os cortes de peito e coxa de frangos submetidos a uma dieta com antioxidante natural de erva mate, na ração. (n=2).	53
Tabela 2. Valores médios de TBARS dos cortes de peito e coxa de frangos mantidos sob refrigeração por 21 dias, n=2.	54
Tabela 3. Valores médios de TBARS dos cortes de peito e coxa de frangos mantidos sob congelamento a -18°C.	56

Tabela 4. Totais dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e insaturados para os corte de peito e coxa de frango.	58
Tabela 5. Médias das notas atribuídas à cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade dos cortes de peito e coxa de frango assados, durante o período de armazenamento sob refrigeração.	60
Tabela 6. Médias das notas atribuídas á cor e odor dos cortes de peito e coxa de frango crua, durante o período de armazenamento sob refrigeração.	59
Figura 1. Valores médios de pH para os cortes de peito de frango, armazenados a -18°C.	55
Figura 2. Valores médios de pH para os cortes de coxa de frango, armazenados a -18°C.	55
Figura 3. Total dos ácidos graxos saturados e insaturados dos cortes de peito de frango.	58

LISTA DE TABELAS E FIGURAS DO ARTIGO 3

Tabela 1. Totais dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e insaturados para os cortes de peito e coxa de frango.	72
Tabela 2. Principais ácidos graxos encontrados nos cortes de peito e coxa de frangos submetidos à dieta com antioxidante natural na ração.	75
Figura 1. Total dos ácidos graxos saturados e insaturados dos cortes de peito de frango.	73
Figura 2. Ácidos graxos, oléico, linoléico e palmitoléico encontrados nos cortes de peito de frango tratamento com 0,3% do antioxidante natural de erva mate.	76
Figura 3. Ácidos graxos linolênico, araquidônico e DPH ômega 3 encontrados nos cortes de peito de frango, tratamento com 0,3% de antioxidante natural.	76

SUMÁRIO

RESUMO
ABSTRAT

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVO GERAL	11
1.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	LIPÍDIOS	12
2.1.1	FUNÇÕES DOS LIPÍDIOS	12
2.1.2	ESTRUTURA QUÍMICA E CLASSIFICAÇÃO DOS LIPÍDIOS	13
2.1.3	ÁCIDOS GRAXOS ESSENCIAIS	15
2.1.4	METABOLISMO DOS ÁCIDOS GRAXOS	16
2.1.5	PADRÕES NUTRICIONAIS PARA OS ÁCIDOS GRAXOS	16
2.2	OXIDAÇÃO LIPÍDICA	17
2.2.1	MECANISMO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA	19
2.2.2	OXIDAÇÃO DA CARNE DE FRANGO	21
2.2.3	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CARNE DE FRANGO	22
2.3	ANTIOXIDANTES	24
2.3.1	MECANISMO DE AÇÃO DOS ANTIOXIDANTES	25
2.3.2	ANTIOXIDANTES NATURAIS	26
2.3.3	PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES DA ERVA MATE- <i>Ilex paraguariensis</i>	29
3.	EXPERIMENTO A CAMPO	30
4.	ARTIGOS CIENTÍFICOS	32
4.1	ARTIGO 1	32
	Título: Influencia do antioxidante natural de erva mate adicionado à ração sobre o colesterol da carne de frango.	
4.2	ARTIGO 2	47
	Título: Comportamento da estabilidade lipídica da carne de frango quando as aves são submetidas à dieta com antioxidante natural de erva mate.	
4.3	ARTIGO 3	66
	Título: Perfil dos ácidos graxos e colesterol da carne de frango suplementados com antioxidante natural de erva mate na dieta.	
5.	DISCUSSÃO GERAL	81
6.	CONCLUSÃO GERAL	86
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1.INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da sociedade nas últimas décadas, e a mudança de hábitos alimentares e ambientais, estabeleceu-se uma nova relação da população com os alimentos. Neste contexto os consumidores procuram nos alimentos, uma vida mais saudável e um meio de evitar doenças.

A carne é um dos alimentos mais importante na dieta humana, não apenas como fonte de proteína de alta qualidade, mas também de minerais e todas as vitaminas do complexo B. Neste sentido a carne tem merecido especial atenção pelo seu valor nutritivo, e principalmente em relação à conservação de suas propriedades funcionais, a fim de garantir um produto final de boa qualidade para os consumidores e rentabilidade para a indústria cárnea. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o primeiro maior exportador de carne de aves. O mercado doméstico absorve 71% da produção, permitindo um consumo per capita de 33,88 kg por habitante. Com o aumento da produção, exportação, diversificação de produtos, industrialização, torna-se necessário à adequação de uma vida-de-prateleira mais longa e boa qualidade da matéria-prima.

A carne de frango *in natura*, tanto peito quanto coxas e sobre coxas, apresentam problemas quanto à oxidação lipídica no processamento e conservação, devido à sua alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados.

Desta forma, produtos ricos em lipídeos, como as carnes, têm chamado a atenção da comunidade científica, por serem passíveis de sofrer reações autoxidativas.

Anteriormente, o foco para seleção das aves era apenas na taxa de crescimento, entretanto recentemente, as características relacionadas à qualidade da carne vêm apresentando crescente importância, tanto para a indústria processadora como para os consumidores (PARK et al., 2002).

A aplicação de antioxidantes em alimentos gordurosos, como embutidos cárneos, é extremamente importante na proteção de seus constituintes instaurados, principalmente os óleos e gorduras, de modo a evitar sabores e odores indesejáveis e, deste modo, manter de maneira efetiva a palatabilidade, aceitabilidade e o valor nutricional dos mesmos (POURCHET-CAMPOS, 1996).

Pesquisadores do mundo inteiro têm realizado descobertas importantes sobre os antioxidantes naturais, sugerido a utilização de diversos compostos, com efeito, antioxidante. Também, estudos com substâncias fenólicas identificadas na mistura de especiarias, demonstram atuação sobre os ácidos graxos das séries w3 e w6 (ômega 3 e ômega 6). O efeito inibitório foi observado em ensaio biológico quando verificado que ocorreu uma

diminuição significativa da peroxidação lipídica em todos os tecidos avaliados dos animais que receberam o extrato (chá da mistura de especiarias) refletindo-se no perfil lipídico, principalmente, no percentual de incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados essenciais (MOREIRA & MANCINI-FILHO, 2003).

Desta forma os antioxidantes naturais passaram a ser considerado como objeto de estudos na busca por padrões, para combater e retardar as alterações oxidativas nos produtos cárneos.

1.1- OBJETIVO GERAL

Portanto o presente trabalho teve como objetivo principal verificar a atividade do antioxidante natural, extrato de erva-mate (*Ilex Paraguariensis*) adicionado à dieta de frangos de corte, na conservação e qualidade da carne.

1.2- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a conservação da carne, através da verificação do índice de TBARS e pH das amostras refrigeradas e congeladas;
- Verificar a atuação do antioxidante natural nos cortes de frango (coxa e peito) através do índice de colesterol e % lipídios totais;
- Verificar a atividade antioxidante do extrato e seus fenóis totais;
- Verificar o perfil dos ácidos graxos das amostras congeladas;
- Verificar a aceitação sensorial dos cortes de frango;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A partir desta seção será discorrido o tema principal desta dissertação.

2.1-Lipídios

O termo lipídios é usado normalmente para indicar, de forma pouco exata, uma ampla variedade de produtos orgânicos que possuem a característica comum de não serem solúveis em água e sim em solventes apolares (hexano, éter, clorofórmio). Junto com as proteínas e os carboidratos, os lipídios são um dos mais importantes nutrientes, que fornecem ao corpo a energia e mantêm outros processos celulares vitais. Os principais lipídios incluem triglicerídeos, diglicerídeos, monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol, ésteres do colesterol e fosfolipídeos (SALEM, 1999).

Os lipídios são formados por diversos compostos químicos bastante diferentes entre si, sendo os ácidos graxos a substância presente em maior quantidade. A ingestão inadequada de ácidos graxos poliinsaturados tem sido relacionada com diversas doenças, tais como: doenças cardiovasculares, doenças autoimunes, alguns tipos de câncer e artrite reumatóide (SANT'ANA, 2004).

Outros lipídios, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, participam de papéis importantes como cofatores enzimáticos, carregadores de elétrons, pigmentos, agentes emulificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (LEHNINGER, et al., 1993).

2.1.1- Funções

Os lipídios constituem um conjunto muito heterogêneo de biomoléculas orgânicas, desempenhando funções biológicas de extrema importância. São os principais constituintes do tecido adiposo e juntamente com as proteínas e hidratos de carbono, constituem os principais componentes estruturais das células vivas (STRYER, 1994).

Os lipídios possuem um número grande de funções, dentre elas temos:

Energética: valor energético de 9 calorias por grama, armazenado no corpo, principalmente como triglicerídeos, até a sua utilização.

Estrutural: principais componentes das membranas celulares e vitais para manter a integridade celular (forma, flexibilidade e permeabilidade).

Processos fisiológicos: são decisivos para o funcionamento de órgãos e tecidos, pois estão envolvidos diretamente na produção de eicosanóides, que são substâncias similares aos hormônios, que regulam sistemas do organismo, manutenção da parede celular e respostas imunes.

Palatabilidade: proporcionam aos alimentos sabor, odor e textura diferenciados, além de darem a sensação de saciedade.

Absorção de vitaminas: atuam como transportadores de vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), ajudando nas suas absorções (SALEM, 1999).

2.1.2- Estrutura química e classificação dos lipídios

A grande heterogeneidade dos lipídios justifica a existência de diversas classificações. Uma delas, a mais simples, agrupa os lipídios de acordo com a sua estrutura, em três classes: lipídios simples, lipídios conjugados e lipídios derivados (STRYER, 1994).

Quimicamente, os lipídios são misturas de glicerídeos, sua estrutura é formada pela associação química entre o glicerol e uma, duas ou três moléculas de ácidos graxos. A maioria dos lipídios contém uma ou mais moléculas de ácidos graxos como parte da sua estrutura química básica, (Tabela1). Os ácidos graxos são formados de uma cadeia hidrocarbonada, variando no comprimento, de 2 a 20 ou mais átomos de carbono, com um grupo carboxílico (HO-C=O) a um extremo da cadeia e um grupo metílico (CH_3) no outro. Os ácidos graxos são, freqüentemente, nomeados em forma abreviada de acordo com suas estruturas químicas e são classificados como saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, dependendo do número de duplas ligações (Tabela 1).

Tabela 1. Principais ácidos graxos do tecido adiposo da carne.

NOME COMUM	CÓDIGO	NOMENCLATURA
ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS DE CADEIA CURTA		
Butírico	C4:0	Butanóico
ÁCIDOS GRAXOS SATURADOS DE CADEIA MÉDIA		
Capróico	C6:0	Hexanóico
Caprílico	C8:0	Octanóico
Cáprico	C10:0	Decanóico
Láurico	C12:0	Dodecanóico
ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA LONGA		
Mirístico	C14:0	Tetradecanóico
Palmítico	C16:0	Hexadecanóico
Esteárico	C18:0	Octadecanóico
Palmitoléico	C16:1, n-7 cis	9-hexadecaenóico
Oléico	C18:1, n-9 cis	9-octadecaenóico
Linoléico	C18:2, n-6, 9 cis	9,12-octadecadienóico
□-linolênico	C18:3, n-3,6,9 cis	9,12,15-octadecatrienóico
y-linolênico	C18:3, n-6,9,12 cis	6,9, 12- octadecatrienóico
ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA MUITO LONGA		
Araquídico	C20:0	Eicosanóico
Eicosenóico	C20:1,n-9 cis	11-eicosenóico
Erúcido	C22:1,n-9 cis	13-docosaenóico
Brassídico	C22:1,n-9 trans	13-docosaenóico
Cetoléico	C22:1, n-11 cis	11-docosaenóico
Dihomo-y-linolênico	C20:3, n-6,9,12 cis	8,11,14- eicosatrienóico
Araquidônico	C20:4, n-6,9,12,15 cis	5,8,11,14-eicosatetraenóico
Docosahexaenóico	C22:6, n-3,6,9,12,15,18 cis	4,7,10,13, 16,19-docosahexaenóico

Fonte: Adaptado de GÓMEZ, 2003.

O termo ácido graxo poliinsaturados se refere aos ácidos graxos cujas moléculas possuem de 18 a 22 carbonos, e duas ou mais duplas ligações, sendo denominados de ω ou n, diferencia os ácidos graxos em relação à posição da primeira dupla ligação contada a partir do grupamento metila final da molécula.

Os ácidos graxos saturados são encontrados predominantemente em carnes, ovos, queijo, leite e manteiga, óleos de coco e palma, e também em óleos vegetais

hidrogenados. O mais comum dos ácidos graxos monoinsaturados é o ácido oléico, e se encontra na maioria das gorduras animais, incluindo carne de aves, bovinos e cordeiro, também em azeitonas, sementes e nozes.

Os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) classificam-se principalmente em séries ômega 6 (ω -6) e ômega 3 (ω -3). O ácido linoléico é o expoente mais importante da série (ω -6) e está presente de forma abundante nos óleos vegetais como óleo de girassol, cártamo, milho, soja, algodão, entre outros. Representante da família (ω -3), o ácido α -linolênico é encontrado em quantidades apreciáveis em sementes oleaginosas como canola, soja e linhaça (DZIEZAK, 1989).

Os ácidos graxos de cadeia muito longa, superior a 18 carbonos, são encontrados tanto nos vegetais (algas, microalgas, fitoplancton), quanto nos animais de origem marinha (peixes, crustáceos), eles são os ácidos eicosapentaenóicos (EPA, C20:5, ω -3) e o ácido docosahexaenóico (DHA, C22:6, ω -3). Plantas marinhas, especialmente algas marinhas unicelulares, realizam a alongação da cadeia e adicional dessaturação do ácido α -linolênico para produzir os ácidos EPA e DHA. Isso explica a abundância deles em alguns óleos de peixe de origem marinha, através da sua transferência pela cadeia alimentar de peixes.

2.1.3- Ácidos graxos essenciais

Os ácidos graxos linoléico e α -linolênico são precursores dos ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) ômega 6 (ω -6) e ômega 3 (ω -3) de cadeia mais longa, sendo que estes ácidos não podem ser sintetizados pelos organismos animais, portanto é necessária a oferta por meio da dieta, e por isso são denominados de ácidos graxos essenciais (HORNSTRA, 2001 apud GÓMEZ, 2003) Uma vez consumidos, os ácidos linoléico e α -linolênico podem ser alongados até cadeias de pelo menos 20 ou 22 carbonos. O ácido linoléico pode ser metabolizado em outros ácidos ω -6, incluindo os ácidos γ -linolênico, dihomog γ -linolênico, e araquidônico.

O ácido α -linolênico é metabolizado em outros da série ω -3, entre eles o ácido eicosapentaenóico (EPA) e o ácido docosahexaenóico (DHA). Este processo metabólico é realizado pelas enzimas chamadas elongases e dessaturases, as quais participam na formação dos PUFA, ω -6 e ω -3, resultando em uma competição metabólica entre os dois grupos. Como a enzima delta 6 dessaturase tem maior especificidade pelos ácidos graxos ômega 3, precisará de menores quantidades destes ácidos que dos ômega

6 para produzir a mesma quantidade de produto. Isto vai significar que deve existir uma proporção maior de ácido linoléico que de α -linolênico, sendo necessário um equilíbrio entre o aporte dos dois ácidos graxos através da dieta. (GÓMEZ, 2003)

2.1.4- Metabolismo de ácidos graxos

Os ácidos graxos são fisiologicamente importantes, como componentes de fosfolípidos e glicolípidos, modificadores lipófilos de proteínas, moléculas fornecedoras de energia, hormônios e mensageiros intracelulares. São armazenados no tecido adiposo como triacilgliceróis (gorduras neutras), que podem ser mobilizadas pela ação hidrolítica de lipases sob controle hormonal (STRYER, 1994).

As dietas das populações ocidentais possuem há 100-150 anos atrás uma relação de ω -6/ ω -3 de aproximadamente 1:1, atualmente esta relação é de 10:1 e em alguns países de até 25:1, mostrando que em período relativamente curto houve uma mudança no perfil do consumo de ácidos graxos poliinsaturados, conseqüentemente alterando padrões genéticos estabelecidos durante a evolução humana (SIMOPOPOULOS, 1991 ; SANT'ANA, 2004).

Os ácidos graxos poliinsaturados presentes nos fosfolípidos são responsáveis pela manutenção das membranas e também são precursores da síntese dos eicosanóides. Para o equilíbrio na produção de eicosanóides derivados do ácido araquidônico e do ácido eicosapentaenóico deve existir uma ótima razão entre os dois ácidos no organismo animal, entretanto esta razão permanece indeterminada para os animais invertebrados. Além das inter-relações dos ácidos poliinsaturados com a síntese de eicosanóides, a existência de um elevado teor do ácido docosahexaenóico (C22:6 ω -3) no cérebro e na retina, sugerem que este ácido exerce um importante papel para o funcionamento adequado dos sistemas nervoso e visual (LINKO, 1996 ; SANT'ANA, 2004).

2.1.5- Padrões nutricionais para os ácidos graxos

Alguns países, como a Suécia e a Alemanha têm estabelecido recomendações para uma ingestão por meio da dieta de ω -6 e ω -3, na razão de 5:1, enquanto o Japão é mais rigoroso e estabelece uma ingestão na razão de ω -6/ ω -3 de 2:1. A Food and Agricultural

Organization (FAO) é menos exigente e estabelece uma ingestão de ω -6/ ω -3 na razão de 5-10:1 (FAO,1994; ISSFAL,2006).

As recomendações da razão entre ω -6/ ω -3 sempre causam controvérsias, pois existem na dieta diferentes ácidos graxos representantes das séries ω -3 e ω -6.

Assim, alguns órgãos acreditam que ao invés da razão ω -6/ ω -3 , é mais eficiente estabelecer níveis de Ingestão Adequada (IA) para os ácidos graxos individualmente.

A “ International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids” (ISSFAL), estabeleceu uma ingestão aceitável (IA) para consumo de diferentes ácidos graxos ω -6 e ω -3. A IA estabelecida para o ácido linoléico é de 4,44g/dia (ou 2% do total de energia ingerida), para o ácido linolênico é de 2,22g/dia (ou 1% do total de energia ingerida), e ainda, para o consumo dos ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico, de 0,65g/dia (ou 0,3% do total de energia ingerida), (ISSFAL,2006; SIMOPOULOS, 2000).

As recomendações do “Food and Nutrition Board” disponibilizadas pela National Academic Press, no entanto são bastante diferentes, sendo as IA estabelecidas somente para os ácidos linoléico e linolênico. A IA de 17g/dia para homens e 12g/ dia para as mulheres de ácidos linoléico e de 1,6g/dia para homens e 1,1g dia para mulheres de ácidos linolênico. (National Academic Press, 2003).

2.2- Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre à perda da qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana (GRAY et. al., 1996).

Os alimentos cárneos, devido a sua riqueza na composição de umidade, proteínas, gorduras e outros nutrientes, são produtos bastante susceptíveis a alterações de ordem físico-química e microbiológica. Entre estas alterações, a oxidação lipídica e a oxidação de cor são difíceis de serem controladas,

principalmente devido a sua complexidade e variabilidade. São reações físico-químicas, podendo ser potencializadas por ação microbiológica (OLIVO, 2005).

As alterações bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne oferecem condições favoráveis para que ocorra a oxidação na fração mais insaturada de fosfolipídios nas membranas subcelulares, onde o balanço entre os fatores pró-oxidativos e a capacidade antioxidativa não está controlado, favorecendo a oxidação lipídica (MORRISEY et. al.,1998).

A oxidação dos lipídios é uma das principais causas de deterioração dos alimentos. É responsável por graves prejuízos na indústria alimentar, estando na origem de sabores indesejáveis e odores anômalos, geralmente denominados de ranço. As reações oxidativas diminuem a qualidade nutritiva dos alimentos e podem levar à produção de certos produtos tóxicos.

A oxidação dos lipídios inicia-se nas ligações insaturadas dos ácidos graxos. Nos alimentos, as reações de oxidação podem ser divididas em duas categorias.

Na primeira ocorre a oxidação de gorduras altamente insaturadas, particularmente os poliinsaturados, poderá resultar na formação de produtos poliméricos. A segunda categoria relaciona-se com a oxidação de gorduras moderadamente insaturadas e leva ao aparecimento de ranço acompanhado de odores estranhos. (CASTRO et. al., 2003).

Os produtos da oxidação lipídica são indesejáveis não somente pela produção de odores e *flavours* ofensivos, como resultado da decomposição de lipídios e produção de compostos voláteis, mas também, pela destruição de constituintes essenciais, ocasionando o decréscimo do valor nutricional dos alimentos e a formação de compostos tóxicos durante o processamento (KAHL & HILDEBRANDT, 1986; FRANKEL, 1996; YANG et al. 2002).

Neste contexto, a oxidação lipídica pode ser considerada um processo autocatalítico, onde os produtos das reações iniciais propagam-se em cadeia, originando compostos novos, os quais são relacionados diretamente com a perda da qualidade dos produtos alimentícios. Portanto, a prevenção destas reações poderá minimizar os seus efeitos adversos, e aumentar a vida-de-prateleira (*shelf-life*) dos alimentos (KRING & BERGER, 2001).

A oxidação lipídica em carnes pode ser acompanhada através do valor de TBARS (TARLADIGS et al., 1960), visto que produtos primários de oxidação lipídica constituem-se principalmente de hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos em várias substâncias reativas ao ácido 2- tiobarbitúrico (TBARS), particularmente carbonilas, sendo o malonaldeído o elemento mais importante.

O malonaldeído é um dialdeído de três carbonos e grupos carbonil nas posições C-1 e C-3. Pode ser encontrado em diversos alimentos, entretanto, nos gordurosos, a sua concentração é dependente do grau de insaturação do ácido graxo, da presença de metais, do pH e da temperatura e duração de cocção a que os mesmos estiveram submetidos (DAWSON & GARTNER, 1983). É considerado o maior produto secundário da oxidação lipídica, e, como um aldeído bifuncional, é muito reativo, podendo interagir através de ligações cruzadas com o DNA e proteínas, promovendo aberrações cromossômicas e redução da capacidade de síntese protéica (PEARSON et al., 1983; ADDIS, 1986).

Existem poucas dúvidas de que o malonaldeído, produto secundário da oxidação lipídica, seja tóxico às células vivas (ADDIS et al., 1983 e PEARSON et al., 1983). O malonaldeído pode ser formado “in vivo” ou pré-formado em alimentos.

Existem estudo sugerindo que o malonaldeído seja cancerígeno (SHAMBERRGER et al., 1974) e mutagênico (MUKAI e GOLDSTEIN, 1976). Os produtos da oxidação lipídica, como o malonaldeído e óxidos de colesterol têm chamado a atenção da comunidade científica devido á sua provável relação com a formação de câncer (PEARSON et al., 1983 e ADDIS, 1986).

A susceptibilidade da carne á oxidação lipídica tem sido estudada por diversos pesquisadores (MIELCHE e BERTELSEN, 1994; GRAY et al., 1996; GRAU et al., 2001) com a finalidade de buscar soluções para amenizar este problema. Com isto, estão sendo aplicadas diferentes tecnologias de processamentos e armazenamento para aumentar o tempo de vida útil destes produtos, como embalagens a vácuo ou com atmosfera modificada, as quais têm-se mostrado efetivo no retardo da oxidação (GRAY et al., 1996)

2.2.1- Mecanismo da oxidação lipídica

O processo de oxidação é tradicionalmente descrito como uma reação em cadeia constituída por três fases distintas: início, propagação e término (FARMER, 1942; ADEGOKE, et al., 1998; ARAÚJO, 1995), (Figura1).

A autoxidação é iniciada com a formação de radicais livres, entidades reativas e estruturalmente instáveis. O mecanismo de formação do primeiro radical livre ainda não se encontra devidamente esclarecido, é provável que a principal via geradora de radicais livres seja a decomposição de hidroperóxidos (ROOH) que existem em alimentos em quantidades traços antes mesmo do início da autoxidação (GORDON. M.H., 1990). Estas moléculas são geradas a partir da reação da molécula lipídica com o oxigênio na presença de catalisadores, como luz visível, irradiação, radiação ultravioleta, temperatura e metais, que são denominados de iniciadores. Outra via de formação dos hidroperóxidos é a oxidação de ácidos graxos poliinsaturados catalisada por lipoxigenase e outras oxidases que representam outra forma distinta de iniciação (ADEGOKE, et al., 1998; ARAÚJO, 1995).

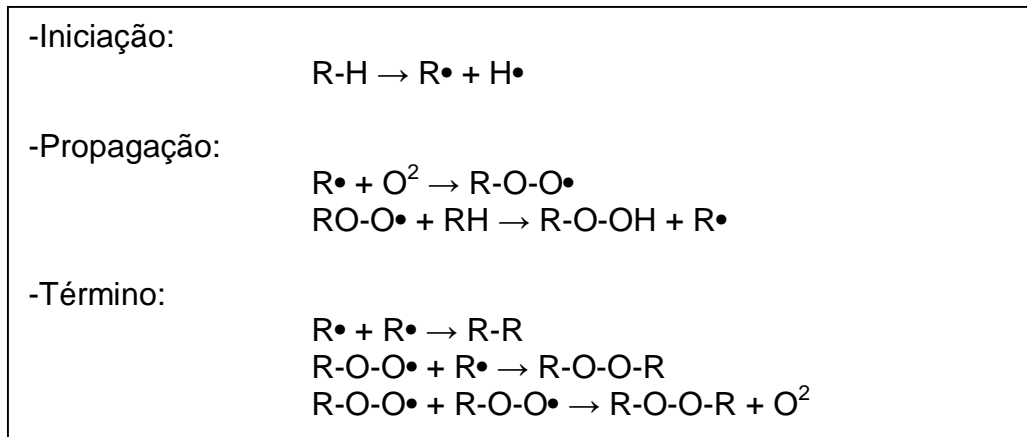


Figura 1. Esquema geral da autoxidação.

- em que: RH – Ácido graxo insaturado
- R• -- Radical livre
- ROO• - Radical peróxido
- ROOH – Hidroperóxido

Nas fases de iniciação e propagação, a presença de radicais livres, que são moléculas extremamente reativas, é decisiva (ADAMS, 1999). Essas formas reativas são normalmente produzidas durante o metabolismo do oxigênio nos tecidos e são chamadas de espécies reativas de oxigênio (ROS-Reactive Oxygen Species). Estes compostos dividem-se em radicais (O^2 e $HO\bullet$) ou não radicais (H^2O^2). Alguns deles são produzidos durante o metabolismo aeróbio das células vivas, como o radical superóxido (O^2), que é formado pela adição de um elétron extra ao oxigênio molecular (O^2), durante o processo de redução do oxigênio na cadeia respiratória mitocondrial. Da mesma forma, os macrófagos, quando estimulados, produzem O^2 e H^2O^2 durante o processo normal de fagocitose (COMBS, 1998).

Mesmo apresentando pouca reatividade química, os compostos O^2 e H^2O^2 , quando expostos a determinados íons metálicos (Fe^{2+} e Cu^{2+}), geram um radical livre altamente reativo, o radical hidroxila ($HO\bullet$).

O radical hidroxila ($HO\bullet$) é provavelmente o radical livre mais importante para a iniciação do processo de oxidação nos tecidos animais, uma vez que ele pode rapidamente remover um átomo de hidrogênio do ácido graxo insaturado (ADAMS, 1999). Os principais alvos do radical hidroxila ($HO\bullet$) são os lipídeos, especialmente os ácidos graxos insaturados da membrana celular, as proteínas e o DNA (COMBS, 1998).

Na fase de iniciação: estão envolvidas ações dos radicais livres e o mecanismo natural de defesa antioxidante, no organismo ainda vivo, alteração na estrutura das membranas celulares. Suas características podem ser resumidamente descritas como; consumo de

oxigênio baixo, aumentando lentamente, baixa concentração de peróxidos, não há alterações sensoriais, aumenta a concentração de radicais livres. (BOBBIO, 2001).

Na fase de propagação: ocorre à destruição oxidativas, sendo que no período imediatamente antes e pós-abate, ocorre uma série de eventos bioquímicos, falha do sistema antioxidante natural, diminuição do pH, ação enzimáticas, desnaturação protéica, liberação de ferro. Suas características como; alto consumo de oxigênio cresce rapidamente a concentração de peróxidos e se inicia sua decomposição, início das alterações sensoriais com aparecimento de odor característico, provocado pelos produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Na terceira fase, de terminação: suas características são o consumo de oxigênio tendendo a cair, diminuição dos peróxidos, e forte alteração sensorial, podendo haver alterações da cor e viscosidade. (BOBBIO, 2001). É a fase mais crítica, por ocasião do processamento, manuseio, moagem, trituração, cozimento e estocagem, determinando o rompimento da membrana celular, potencializado pela adição de água, adição de sal, temperatura, liberação de ferro, presença de oxigênio, ação microbiológica. (OLIVO, 2005).

A estabilidade oxidativa dos alimentos é dependente do equilíbrio entre a composição e concentração do substrato e a presença de pró-oxidantes. A remoção do oxigênio, inativação de enzimas, proteção contra luz e íons metálicos são importantes para evitar ou minimizar a oxidação lipídica. No entanto, estas medidas nem sempre são aplicáveis. A adição de antioxidantes constitui prática mais comum para aumentar a estabilidade dos lipídios (DECKER, 1998).

2.2.2- Oxidação da carne de frango

A carne de frango, devido ao seu conteúdo relativamente elevado de ácidos graxos insaturados, é particularmente suscetível à deterioração oxidativa, a qual pode ser acelerado pelos processamentos tecnológico anterior a estocagem, como o corte e o cozimento, os quais rompem as membranas celulares do músculo facilitando a interação dos ácidos graxos insaturados com substancias pro-oxidantes (TICHIVANGANA & MORRISSEY, 1985; O'NEILL et al., 1998).

A deterioração do sabor devido á oxidação das gorduras é um fator limitante da vida útil de carnes e produtos cárneos congelados. As carnes de suínos e aves rancificam mais rapidamente que a bovina, uma vez que apresenta maior porcentagem de gorduras, além de serem mais insaturadas (OLIVO & SHIMOKOMAKI, 2001).

A cor da carne congelada é influenciada pelo processamento, material de embalagem, velocidade de congelamento e condições de armazenamento como a temperatura, tempo e luz. Flutuações de temperatura também podem comprometer a cor da superfície das carcaças de aves rapidamente congeladas (SARANTÓPOULOS et al. 2001).

2.2.3- Características gerais da carne de frango

Na avicultura as mudanças de mercado são bastante comuns, o que requer uma melhoria contínua em qualidade e genética das aves. A genética busca aves compatíveis com as exigências altamente competitivas dos mercados produtivo, industrial e consumidor (CAMPOS & PEREIRA, 1999).

Anteriormente, o foco para seleção era apenas na taxa de crescimento, recentemente, as características relacionadas à qualidade da carne vêm apresentando crescente importância, tanto para a indústria processadora como para os consumidores (PARK et al., 2002).

A maciez da carne de frango esta relacionada com a função desempenhada e localização muscular. Entretanto, processos que ocorrem com o avançar da idade dos animais, como a formação de ligações cruzadas entre moléculas adjacentes de colágeno, a calcificação das extremidades ósseas, e o aumento de diâmetro das fibras musculares, ajudam a explicar a redução na maciez da carne das aves com o tempo (LIGHT, 1987).

O frango moderno é um animal selecionado para rápido crescimento e, para consumir grandes quantidades de alimento. Como consequência é um animal que deposita gordura muito rapidamente e em grandes quantidades. Entretanto existem diferenças relacionadas à quantidade total de gordura na carcaça entre as diferentes linhagens de frangos (VIEIRA & MORAN, 1998).

A carne do peito de frango tem teor muito baixo de gordura devido à reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos. Já os depósitos de gordura sub-cutâneos, na cavidade abdominal e nas sobrecoxas são bastante acentuados, caracterizando regiões onde a reserva de energia é importante para o isolamento térmico, para facilitar atividade física das aves.

Além da genética, o sexo também afeta o rendimento da carne de peito. O crescimento do peito tanto nos machos quanto nas fêmeas é contínuo com a idade e ambos apresentam crescimento semelhante até os 35 dias. A partir disto, as fêmeas apresentam um maior

crescimento relativo à carcaça que os machos. Quanto à deposição de carne de peito, as diferenças entre machos e fêmeas começam a acontecer aos 28 dias, porém, tanto os machos quanto as fêmeas aumentam a deposição de carne de peito relativo ao peso da carcaça até os 42 dias.

Após os 42 dias de idade, o ponto de maturidade de crescimento corporal para os machos, a deposição de carne de peito já não apresenta mais crescimento relativo ao peso da carcaça, mas as fêmeas continuam com deposição de carne de peito ainda (ALMEIDA et al., 2002).

A nutrição também desempenha papel importante no rendimento e na qualidade da carne do peito de frangos de corte, relacionado aos tipos de ingredientes utilizados na fabricação das rações, níveis de energia, proteína e aminoácidos da dieta, de modo geral, níveis elevados de lisina e metionina aumentam a percentagem de peito, enquanto que a energia está relacionada à quantidade de gordura (ALMEIDA et al., 2002).

Para a avaliação da qualidade da carne, são levados em consideração critérios objetivos, como pH, capacidade de retenção de água, maciez, cor da pele e cor da carne. A maior parte dos fatores que influencia a qualidade da carne pode ser controlada nas diversas etapas de sua produção (BERAQUET, 1999). Algumas, entretanto são afetadas tanto durante a criação da ave, no abate ou após (MENDES, 2002)

A questão mais crítica com relação ao pH é a sua velocidade de abaixamento. Em geral, para aves, quando o pH atinge o valor abaixo de 5,7 e a carcaça ainda encontra-se quente, pode ocorrer desnaturação das proteínas, comprometendo as suas propriedades funcionais. A carne ficará pálida e com baixa capacidade de reter a sua própria umidade. É a instalação da carne tipo PSE (*pale, soft, exudative*: pálida, macia e exsudativa). Este problema ocorre quando as aves sofrem estresse *ante mortem*, o que provoca a necessidade de uma maior produção de energia pela via glicolítica anaeróbica, com a conseqüente produção de ácido láctico. O fenômeno PSE é internacionalmente reconhecido como um problema a indústria de carnes (OLIVO,2006).

Apenas na última década, com o crescimento da produção de industrializados de carne de aves e os problemas observados com a sua textura, coesividade, suculência e rendimento, a questão do PSE ganhou importância na avicultura. Em aves (peru e frango) o PSE ocorre quando o pH muscular atinge o valor de 5,7 no tempo de 15 min *post mortem*. Aves que tenham sofrido estresse prolongado apresentam maior depleção do glicogênio. A falta de glicogênio muscular, no momento da morte do animal, impedirá a formação quantitativa proporcional de ácido láctico.

Por conseqüência, o declínio do pH e a velocidade do *rigor mortis*, ocorrem de forma mais lenta do que o normal. Neste caso, o pH da carne permanecerá elevado, em geral maior que 6,2 ou até próximo aos valores fisiológicos. Esta faixa de pH determina outro desvio de qualidade, que é denominada de DFD (*dark, firm, dry* : escura, firme e seca). As carnes de peito de frango que apresentam características DFD tendem a conferir melhor qualidade funcional, com melhor capacidade de absorção e retenção de umidade, com baixo exsudato e baixa perda durante o cozimento, quando comparados com as carnes normais e do tipo PSE. No entanto, as DFD, devido ao pH elevado, são mais susceptíveis a deterioração microbiana (OLIVO, 2006).

O estudo dos parâmetros genéticos das características relacionadas à condição PSE pode favorecer a obtenção de produtos de melhor qualidade sensorial e maior rentabilidade (GAYA & FERRAZ, 2006). As aves também carregam uma microbiota muito diversificada, divididas em dois grupos distintos. Os microrganismos patogênicos, aqueles prejudiciais à saúde humana, e os microrganismos deteriorantes, que podem comprometer a qualidade da carne e derivados, mas que não causam doenças ao homem.

Carcaças de frango contêm uma diversificada relação de microrganismos, com predomínio de espécies psicrótróficas, como *Pseudomonas*, *Maroxella* e *Acinetobacter*. Outras bactérias encontradas em carnes de aves refrigeradas são *Shewanella putrefaciens*, *Lactobacillus* sp e *Brochotrix thermosphacta* (FRANCO & LANDGRAF, 1996; BARBUT, 2003). A deterioração da carne de frango causada por microrganismos geralmente restringe-se às superfícies externas, caracterizando-se pela formação de odores indesejáveis, limosidade e descoloração.

2.3-Antioxidantes

Uma substância antioxidante pode ser definida como um composto ou substância química que inibe a oxidação ou, qualquer substância que, quando presente em baixa concentração comparada a do substrato oxidável diminui ou inibe significativamente a oxidação do mesmo (ABDALA, 1993).

Segundo decreto nº 50.040, de Janeiro de 1961, que dispõe sobre normas técnicas reguladoras do emprego de aditivos químicos a alimentos, as substâncias ou misturas de substâncias, dotadas ou não de poder alimentício, ajuntadas aos alimentos com a finalidade de

lhes conferir ou intensificar o aroma, cor, o sabor ou modificar seu aspecto físico geral ou ainda prevenir alterações indesejáveis, descreve antioxidante como a substância que retarda o aparecimento de alterações oxidativa nos alimentos (ANVISA, 2006).

Segundo a “Food and Drug Administration” (FDA), antioxidantes são substâncias usadas para preservar alimentos através do retardo da deterioração, rancidez e descoloração decorrente da autooxidação (ADEGOKE et al., 1998).

Os antioxidantes mais comumente utilizados são os antioxidantes fenólicos sintéticos, como o Butil Hidroxianisol (BHA), Butil Hidroxituelo (BHT), ou naturais, substâncias bioativas tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que fazem parte da constituição de diversos alimentos (MELO & GUERRA, 2002).

Ainda que a inibição completa da rancificação oxidativa não tenha sido até agora conseguida, é possível retardar essa transformação por períodos longos, de modo a permitir o consumo dos lipídios ou dos alimentos que os contêm, mesmo após seu armazenamento por muitos meses.

Os antioxidantes podem ser classificados em produtos que atuam sobre a formação do $^1\text{O}_2$ ou que reagem com $^1\text{O}_2$ ou ainda produtos que atuam de forma competitiva em cadeia ou que atuam sobre os peróxidos, decompondo-os, de forma a produzirem compostos que não mais participam da reação em cadeia de radicais livres.

Os antioxidantes naturais ou sintéticos que reagem, ou de qualquer forma interferem na participação do $^1\text{O}_2$ ou competem com os radicais livres dos ácidos graxos, são produtos que obviamente interferem na fase de iniciação da reação, fase em que devem ser usados (BOBBIO, 1992).

2.3.1-Mecanismo de ação dos antioxidantes

Os compostos antioxidantes são classificados segundo sua forma de ação protetora em antioxidantes primários, que possuem atuação redutora, pois são doadores de átomos de hidrogênio, inibindo os radicais livres, e em antioxidantes secundários que possuem capacidade e função quelante sobre os metais catalíticos, evitando a reação destes elementos pró-oxidantes. São substâncias utilizadas para combater e retardar as alterações oxidativas nos produtos cárneos, que, embora manipulados e mantidos em condições adequadas de embalagem e temperatura, ficam expostos à deterioração de ordem intrínseca, promovida por ações de enzimas, oxigênio existente no meio, temperatura, e luminosidade (OLIVO, 2006).

Os antioxidantes primários atuam interrompendo a cadeia da reação através da doação de elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, convertendo-os em produtos termodinamicamente estáveis e ou reagindo com os radicais livres, formando o complexo lipídio-antioxidante que pode reagir com outro radical livre, a exemplo do butil-hidroxianisol, butil hidroxitolueno, ésteres do ácido gálico, butil hidroquinona, tocoferol e flavonóides (ADEGOKE et al., 1998).

Já os antioxidantes secundários atuam retardando a etapa de iniciação da autoxidação, por diferentes mecanismos que incluem complexação com metais, seqüestro de oxigênio, decomposição de hidroperóxidos para formar espécie não radical, absorção da radiação ultravioleta ou desativação de oxigênio singlete (GORDON, 1990).

Os seqüestradores de oxigênio e quelantes de metais exibem efeito sinergista uma vez que atuam como doadores de hidrogênio para o radical fenoxil, regenerando o antioxidante primário, ou inativam íons metálicos, neutralizando seu efeito pró-oxidante. O efeito sinérgico pode ser observado entre antioxidantes primários e entre estes e compostos não fenólicos, a exemplo do ácido ascórbico e lecitina (RAJALAKSHMI, et al., 1995).

Os antioxidantes fenólicos interagem, de preferência com o radical peroxil por ser este mais prevalente na etapa de propagação da autoxidação e por possuir menor energia do que outros radicais, fato que favorece a abstração do seu hidrogênio (DECKER, 1998).

2.3.2-Antioxidantes naturais

A proteção dos lipídios frente á degradação autoxidativa é garantida pelos antioxidantes. O interesse na pesquisa por novos antioxidantes naturais tem aumentado nos últimos anos, levando as industrias de alimentos, de cosméticos e farmacêutica a ter maior atenção em novas fontes de antioxidantes naturais.

Compostos antioxidantes naturais têm sido isolados de diferentes partes de plantas tais como sementes, frutas, folhas e raízes, e muitos estudos tem sido realizados na determinação da sua ação antioxidante (MIRANDA et al., 2001; MANCINI-FILHO, et al., 1998).

No inicio dos anos 80, diante da comprovação de efeitos maléficicos causados por doses elevadas de BHT, BHA e T-BHQ (t-butil hidroquinona) sobre o peso do fígado e marcada proliferação do reticulo endoplasmático, deu-se inicio ao interesse pelos antioxidantes naturais (DURÁN & PADILLA, 1993).

Como consequência foi dada maior ênfase na identificação e purificação de novos compostos com atividade antioxidante, provenientes de fontes naturais, como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa de alimentos e limitar o uso dos antioxidantes sintéticos (MELO & GUERRA, 2002).

Os antioxidantes naturais podem funcionar como agentes redutores, como inibidores de radicais livres, como quelantes ou sequestradores do oxigênio singlete e como desativadores de metais pró-oxidantes (PRATT, 1992; RICE-EVANS et al., 1995). Os fotoquímicos que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxila recebem a denominação de compostos fenólicos e, geralmente apresentam propriedades antioxidante. Dentre eles, destacam-se os flavonóides, os ácidos fenólicos e o tocoferol como os mais comuns antioxidantes fenólicos de fonte natural (MELO & GUERRA, 2002).

Os flavonóides encontram-se presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta na forma de glicosídeos ou agliconas. Estes compostos possuem estrutura fenilbenzopirona ($C_6-C_3-C_6$), onde as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos, denominados anel A e B, unidos por três carbonos que formam um anel γ -pirano, denominado de anel C. Flavonóis, isoflavonas, flavonas, flavononas são algumas classes pertencentes ao grupo dos flavonóides. Os mais comuns flavonóis são as agliconas campferol, quercetina e miricetina. Outros flavonóis existentes são variações estruturais desses mais comuns. Dentre as flavonas, a apigenina, luteolina e tricetina são as mais frequentemente encontradas nos vegetais (BOBBIO, 1992; HARBORNE, 1973).

Os flavonóides atuam como antioxidantes primários, reagindo com os radicais livres, e também como quelantes de metais, a exemplo dos flavonóis (MELO & GUERRA, 2002). Os ácidos fenólicos estão reunidos em dois grupos: derivados do ácido hidroxicinâmico, que são compostos fenólicos de ocorrência natural que possuem um anel aromático com uma cadeia carbônica, constituída por 3 carbonos ligada ao anel, os ácidos p-cumárico, ferúlico, caféico e sináptico são os mais comuns na natureza.

O segundo grupo de fenólicos são derivados do ácido hidroxibenzóico, compostos que possuem grupo carboxílico ligado ao anel aromático, destacam-se os ácidos protocatecuíco, vanílico, siríngico, gentísico, salicílico, elágico e gálico. esses dois grupos de ácidos fenólicos têm apresentado propriedades antioxidantes. Dentre outras características que contribuem para a atividade antioxidante dos ácidos fenólicos e seus ésteres, esta é, geralmente, determinada pelo número de hidroxilas presentes na molécula (HARBORNE, 1973).

Atualmente os mais importantes antioxidantes naturais são os extratos de condimentos ou plantas, os tocoferóis, ácido ascórbico, cítrico e seus sais (HRAS, 2000). O efeito antioxidante de especiarias e ervas foi inicialmente evidenciado, em 32 especiarias, das quais

o alecrim e a sálvia foram consideradas as mais eficazes. Posteriormente, esta ação foi comprovada no orégano e no tomilho, no gengibre, na pimenta na mostrada, na canela, no coentro, dentre outros (CHIPAULT et al., 1952, AMAROWICZ et al., 1996, GUERRA, 1975, KIKUZAKI et al., 1993, LEE, et al., 1995, MANCINI FILHO et al., 1998).

Os extratos aquoso e etéreo de coentro são considerados como antioxidantes em potencial, a habilidade destes extratos em retardar a oxidação pode ser atribuída, respectivamente, a seus constituintes fenólicos e aos carotenóides, forte sinergismo com o BHT, além da não utilização de solventes tóxicos para a sua obtenção, apresenta-se como uma alternativa para ser usado em alimentos (MELO, MANCINI FILHO, GUERRA & MACIEL, 2003).

Os antioxidantes naturais, α -tocoferol e alecrim foram utilizados em salsicha elaborada com carne de ave e suína, o tocoferol proporcionou uma proteção antioxidante significativamente maior quando comparado às amostras controle (sem antioxidante) também foram tão eficiente quanto os antioxidantes sintéticos BHA/BHT em retardar a oxidação. Quando combinados o tocoferol com o extrato de alecrim, os resultados foram menos efetivos que o BHA/BHT (RESSURRECCION & REYNOLDS, 1990).

Os ácidos carnósico e rosmárico foram indicados como sendo os constituintes do alecrim de maior atividade antioxidante. Os extratos de antioxidantes comerciais (molecular ou destilado a vácuo) do alecrim estão disponíveis como um pó fino. Dependendo da quantidade de atividade dos antioxidantes, eles são recomendados para o uso nas concentrações entre 100 e 1000 ppm do produto processado (SHAHIDI & WANASUNDARA, 1992).

As propriedades antioxidantes de extratos metanólicos de 180 ervas, usualmente consumidas pelos povos orientais, foram estudadas e 11 delas apresentaram forte atividade antioxidante, das quais se destacaram a *Sophora angustifolia* Sieb e Zucc, *Psoralea corylifolia*, com teor de tocoferol de 18,3 mg/100g e 67,0 mg/100g, respectivamente (KIM et al., 1994). Folhas secas de orégano foram sucessivamente extraídas com diclorometano e metal e seus compostos antioxidantes foram isolados, sendo o principal composto identificado como um glicosídeo fenólico (KIKUZAKI & NAKATANI, 1989). O β -caroteno e o α -tocoferol foram isolados e identificados como os compostos bioativos presentes no extrato metanólico obtido a partir de folhas de amora (YEN, WU e DUH, 1996).

Chá de mistura de especiarias (mostarda, canela e erva doce) fornecido a ratos *Wistar*, apresentou atividade antioxidante equivalente ao hidroxitolueno butilado (BHT). Foram identificados no chá, os ácidos fenólicos, catecol, salicílico e caféico, as enzimas cicloxigenase e lipoxigenase foram inibidas pelos extratos ricos nestes ácidos fenólicos. O

perfil dos ácidos graxos apresentou diferença entre os grupos teste e controles. Todos os tecidos dos grupos teste apresentaram menores valores em lipoperoxidação, em comparação aos controles (MOREIRA & MANCINI-FILHO, 2004).

2.3.3- Propriedades antioxidantes da erva mate (*Ilex paraguariensis*)

Estudos têm verificado que extratos aquosos e alcoólicos de *Ilex paraguariensis* inibiram a oxidação da lipoproteína de baixa densidade “in vitro”, exibindo potência comparável ao ácido ascórbico (GUGLIUCCI & STAHL, 1995). Também foi demonstrado que o extrato de *Ilex paraguariensis* apresentou capacidade antioxidante “in vivo”, protegendo a lipoproteína de baixa densidade contra oxidação (GUGLIUCCI, 1996). As propriedades antioxidantes de extratos aquosos de erva mate foram confirmados através da inibição na peroxidação lipídica em microssomas de fígado de ratos (SCHINELLA et al., 2000).

Estudos dos efeitos antioxidantes e antimicrobianos dos extratos etanólicos e metanólicos de chá verde, chá preto e erva mate na CMS (carne mecanicamente separada) de frango, não apresentaram proteção antimicrobiana, no entanto todos demonstraram ação antioxidante quando comparados com as amostras sem tratamento (MILANI et al., 2001). Foi demonstrado em estudo comparativo que o efeito antioxidante de extratos hidro-etanólico e metílico de casca de maçã, folhas de alcachofra e erva mate em CMS de frango, mantidas sob refrigeração e congelamento. Constatou-se através do índice de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) que o extrato metílico de erva mate apresentou maior poder antioxidante com determinação de 1,68mg de malonaldeído/kg amostra, e os demais extratos testados com 7,95mg de malonaldeído/kg de amostra, (MILANI et al., 2001).

Com o objetivo de inibir a rancificação foram adicionados o antioxidante sintético BHA e extrato hidro-etanólico de erva mate nas concentrações de 0,5% e 1% em salame tipo italiano, os resultados mostraram que houve proteção contra a oxidação lipídica do extrato de erva-mate comparável ao BHT. Os tratamentos com o extrato de erva mate (0,5%) além de inibir a oxidação lipídica também obteve melhora na cor da lingüiça (TERRA et al., 2002).

As folhas da erva mate, parte consumida desta planta, apresentou elevado conteúdo de flavonóides e cafeoil derivados, responsabilizados por suas propriedades antioxidantes (FILIP et al., 2001).

A presença de rutina, quercetina e camferol, ambos livres ou como glicosídeos, em várias espécies *Ilex*, incluindo *I. paraguariensis*, pode também ser responsáveis em parte pela atividade antioxidante observada na erva mate (FILIP et al., 2000).

O extrato aquoso de *I. paraguariensis*- erva mate é uma bebida rica em compostos antioxidantes amplamente consumida na América do Sul. Neste estudo foi verificado o efeito antioxidante do extrato aquoso desta erva contra a lipoperoxidação sérica induzida por CuCl_2 *in vitro* na tentativa de reduzir a progressão da aterosclerose *in vivo* em coelhos submetidos à dieta hipercolesterolêmica. A lipoperoxidação sérica, avaliada pelas substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), foi significativamente inibida pelo extrato aquoso de erva mate e pode atenuar a progressão da aterosclerose *in vivo* dos coelhos submetidos á dieta hipercolesterolêmica, sem, contudo, diminuir os níveis séricos de colesterol (MOSIMANN, SILVA, 2002).

Através da análise antioxidante *in vivo*, verificou-se que as amostras de erva mate apresentaram efeito protetor sobre as células de *Saccharomyces cerevisiae*, permitindo seu crescimento na presença de diferentes agentes estressores (apomorfina e paraquat) em diferentes concentrações, anulando seu efeito agressor. Os agentes estressores utilizados exerceram um importante efeito citotóxico dose-dependente sobre as células da levedura, o qual é significativamente diminuído pela adição das amostras de erva mate (CANTERLE, 2005).

3.- EXPERIMENTO A CAMPO

O experimento foi realizado no Setor de Avicultura da Universidade Federal de Santa Maria. O aviário possui dimensões de 10 x 30m, contendo 52 unidades experimentais (box) de 1,5 x 1,5m, ou seja 1,25m² cada uma. Sobre o piso foi colocada cama de cepilho de madeira (maravalha), com aproximadamente 10cm de altura. Em cada box colocou-se na fase inicial, uma campânula elétrica, um comedouro tipo bandeja de alumínio e um bebedouro tipo pendular. Após o período de aquecimento (\pm 10 dias), os comedouros bandeja foram substituídos por um tubular, com capacidade para 10kg de ração. Oitenta pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 0,043kg foram utilizados. O manejo das aves foi o mesmo utilizado rotineiramente no Setor de Avicultura, com alimentação *ad libitum* durante todo o período, exceto nos dias de pesagem, quando foram submetidas a jejum prévio de 4 horas. As dietas foram isonutritivas para fase inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). As oitenta aves foram separadas em 4 lotes de 20 unidades cada, sendo divididos em (3) três tratamentos e um (1)

controle. O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 níveis de antioxidante (0; 0,3; 0,5 e 0,7%), ou seja 4 tratamentos sem repetições, totalizando 4 unidades experimentais (Tabela 2).

Tabela 2. Dietas fornecidas conforme a idade das aves.

<i>Nutrientes</i>	<i>(1-21 dias)</i>	<i>(22-35 dias)</i>	<i>(36-42 dias)</i>
EM Kcal/ kg	3050	3100	3150
Proteína bruta %	22	20	18,50
Cálcio %	0,90	0,85	0,82
Fósforo disponível%	0,45	0,40	0,39
Lisina%	1,13	1,00	0,94
Metionina%	0,50	0,45	0,39
Met + cist%	0,85	0,77	0,67
Ingredientes (kg/t)			
Milho	605,9	660,6	636,0
Farelo de soja 46	337,1	286,6	298,0
Óleo de soja	21,8	19,4	34,9
Calcário	10,1	9,7	10,9
Fosfato bicálcico	17,2	16,3	14,0
Sal comum	3,0	3,0	3,0
DL-metionina	1,75	1,50	1,25
Suplemento vitamínico ¹	11,0	0,833	0,750
Suplemento mineral ²	21,0	0,833	0,750
Cl-Colina/60	0,65	0,55	0,50
Aviax ³	0,5	0,5	
Oxitetraciclina	0,075	0,050	
Olaquinox	0,075	0,050	
Total	1000	1000	1000

¹Composição do suplemento vitamínico/kg do produto: A 11.500 UI; D3 2.750 UI; E 25mg; K3 3,5mg; B1 3,0mg; B2 7,8mg; B6 6,1mg; B12 18,0µg; Ácido Fólico 1,2mg; Ácido Nicotínico 36,0mg; Ácido Pantotênico 18,0mg; Biotina 200µg. ²Composição do suplemento mineral (mg/kg): Fe 65,0; Zn 75,0; Mn 70,0; Se 0,15; Cu 10,0; I 0,5. ³Aviax- Pfizer Ltda- Senduramicina a 25ppm.

4. ARTIGOS CIENTÍFICOS

4.1 ARTIGO 1

INFLUENCIA DO ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE ADICIONADO À RAÇÃO SOBRE O COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO

Ana D.G. PADILHA ^{1,2}, Nelcindo N. TERRA ^{1,2}, Leadir L. M. FRIES ^{1,2}, Liana I. G. MILANI ¹, Eliane M. de CARLI ², Andréia CIROLINI ^{1,2}, Bibiana A. SANTOS ¹, Paulo C. B. CAMPAGNOL ^{1,2}, Ariane S. FURTADO ^{1,2}, Juares M. LOPES ³

Submetido á **Revista Meat Science**

¹ Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCR,UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. * E-mail: aninha@zipline.com.br

² Pós-graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos,CCR, UFSM

³ Departamento de Zootecnia – Setor de avicultura- UFSM.

INFLUENCIA DO ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE ADICIONADO À RAÇÃO SOBRE O COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO

RESUMO

O estudo teve como objetivo verificar a influência do antioxidante natural, extrato hidro-etanólico de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), sobre o colesterol da carne de frangos. Os tratamentos foram divididos em controle (sem adição de antioxidante), tratamentos 1, 2 e 3 com 0,3%, 0,5% e 0,7% de antioxidante, respectivamente. A ração adicionada de antioxidante foi administrada desde o primeiro dia de vida das aves até aos 42 dias, idade de abate. As amostras (peito e coxa) de cada tratamento foram armazenadas sob congelamento (-18°C), no período de 4 meses. Os resultados dos teores de colesterol nos cortes de peito variaram de 32,17 a 52,90 mg/100g de carne, e de 42,21 a 68,59 mg/100g de carne nos cortes de coxa. Foi observada diferença significativa nos teores de colesterol nos cortes de peito e coxa de frango. O tratamento 2, com 0,3% de antioxidante para o peito de frango diferiram significativamente dos demais tratamentos, obtendo o menor colesterol. Os resultados do teste de inibição da oxidação foram de 21,81%, 63,64% e 50,91% respectivamente para os tratamentos com 0,3%, 0,5% e 0,7% do antioxidante natural. O tratamento 3, com 0,7% de antioxidante, apresentou a maior concentração de fenóis totais (10,56g/ml), seguidos pelos tratamentos 0,5% (7,71g/ml) e 0,3% (5,29g/ml). Concluiu-se que a concentração do antioxidante hidro-etanólico de erva mate influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o colesterol das amostras, proporcionando uma diminuição do colesterol na carne de frango. Comportamento que pode ser explicado pelo efeito biológico potencial dos compostos fenólicos como sequestradores de radicais livres, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo. Estes dados sugerem, portanto, um efeito antioxidante dos fenóis identificados no extrato hidro-etanólico de erva mate, sobre o mecanismo de formação do colesterol *in vivo* de frangos.

Palavras-chave: Carne de frango, antioxidante natural, colesterol, extrato erva mate (*Ilex paraguariensis*).

INFLUENCES OF THE NATURAL ANTIOXIDANT THE YERBA MATE ADDED TO THE RATION ON THE CHOLESTEROL OF THE CHICKEN MEAT

ABSTRACT

The study had objective to verify the influence of the natural antioxidant, hidro-etanolic extract of yerba-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), on the cholesterol of the meat chickens. The treatments had been divided in control (without natural antioxidant addition), treatments 1, 2 and 3 with 0.3%, 0.5% and 0.7% of antioxidant, respectively. The added ration of natural antioxidant was managed since the first day of life of the poultry until the 42 days, age of slaughter. The samples (breast and thigh) of each treatment had been stored under freezing (-18°C), in the period of 4 months. The results of cholesterol assays in the breast cuts had varied of 32.17 a 52.90 mg/100g of meat, and 42.21 a 68.59 mg/100g of meat in the thigh cuts. Significant difference in cholesterol was observed in the cuts of breast and thigh of chicken. Treatment 2 with 0.3% of natural antioxidant for the chicken breast significantly differed from the excessively to treatments, getting the lesser cholesterol. The results of the test of inhibition of the oxidation had been of 21.81%, 63.64% and 50.91% respectively for 0.3%, 0.5% and 0.7% of the natural antioxidant. The treatment with 0.7% of natural antioxidant, it presented the greater total phenols concentration (10.56g/ml), followed for treatments 0.5% (7.71g/ml) and 0.3% (5.29g/ml). It was concluded that the concentration of the hidro-etanolic natural antioxidant of yerba-mate influenced ($p \leq 0,05$) the cholesterol of the samples, providing a reduction of the cholesterol in the chicken meat. Behavior that can be explained by potential the biological effect of phenolic composition as kidnapping of free radicals, acting in such a way in the stage of initiation as in the propagation of the oxidation process. These data suggest, therefore, an antioxidant effect of phenols identified in the hidro-etanolic extract of yerba-mate, on the mechanism of formation *in vivo* cholesterol of chickens.

Keywords: meat chicken, natural antioxidant, cholesterol, extract yerba-mate (*Ilex paraguariensis*).

1-INTRODUÇÃO

O colesterol é um importante constituinte da carne e apresenta funções importantes no organismo humano. É a matéria-prima para a síntese de hormônios e vitamina D, sendo constituinte essencial das membranas celulares. Porém uma taxa elevada de colesterol no sangue constitui um dos principais fatores de risco para doenças coronarianas (MADRUGA et al., 2004).

O colesterol assim como outros derivados lipídicos sofrem oxidação catalizada pela ação da luz, ar, temperaturas elevadas, radicais livres ou combinações destes (PEARSON et al., 1983). A preocupação com os teores de gordura e/ou colesterol em carne e produtos cárneos, vem sendo demonstrada através de pesquisas recentes realizadas (BRAGAGNOLO, 1997, BRAGAGNOLO et al., 1992, FIGUEIREDO, et al., 2000, GALVÃO, 1992). Neste contexto, a preocupação e o interesse dos consumidores sobre o que estão consumindo vem aumentando dia-a-dia. Diversos produtos de origem vegetal vêm sendo estudados por serem fontes de antioxidantes, podendo ser uma alternativa aos antioxidantes sintéticos, na prevenção a deterioração oxidativa dos alimentos e minimizando os danos oxidativos nos seres vivos.

Como o emprego destes na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto a sua inocuidade, as pesquisas encontram-se voltadas para a busca de compostos naturais que exibam esta propriedade funcional (MELO e GUERRA, 2002).

A aplicação de antioxidantes em alimentos gordurosos, como embutidos cárneos, é extremamente importante na proteção de seus constituintes insaturados, principalmente os óleos e gorduras, de modo a evitar sabores e odores indesejáveis, resultantes da rancidez oxidativas e, deste modo, manter de maneira efetiva a palatabilidade, aceitabilidade e o valor nutricional dos mesmos segundo POURCHET-CAMPOS (1996).

Experimentos têm verificado que doenças causadas pelas reações oxidativas em sistemas biológicos podem ser retardadas pela ingestão de antioxidantes na dieta, devido aos seus compostos fenólicos. Também existe relato do efeito antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis*, sobre a inibição na peroxidação lipídica de microssomas de ratos, inibição a oxidação da lipoproteína de baixa densidade “*in vitro*”, e “*in vivo*” (GUGLIUCCI, 1996; GUGLIUCCI & STAHL, 1995; SCHINELLA et al., 2000). Estudos realizados por MILANI et al., (2001), MILANI et al., (2002) demonstraram que extratos de erva mate apresentam propriedades antioxidantes em carne mecanicamente separada de frango e em alguns produtos cárneos por TERRA et al., (2002) e FURTADO et al., (2005).

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência de diferentes concentrações do antioxidante natural, extrato hidro-etanólico de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), sobre o colesterol da carne de frango, quando adicionados à dieta das aves.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Oitenta pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 0,043 kg foram utilizados. O manejo das aves foi o mesmo utilizado rotineiramente na avicultura, com alimentação *ad libitum* durante todo o período, As dietas foram isonutritivas para fase inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). As oitenta aves foram separadas em 4 lotes de 20 unidades cada, sendo divididos em (3) três tratamentos e um (1) controle. Os tratamentos foram divididos em controle (sem adição de antioxidante a ração), tratamentos 1, 2 e 3 com 0,3%, 0,5% e 0,7% de antioxidante natural adicionadas às rações respectivamente, extrato hidro-etanólico de erva mate (*Ilex paraguariensis*). As amostras dos cortes de peito e coxa de frango foram armazenadas sob congelamento a -18°C, por 4 meses, após este período foram realizadas as análises de colesterol, porcentagem de lipídios, atividade antioxidante e fenóis totais dos extratos.

2.2-Métodos

2.2.1- Extração e determinação dos lipídios totais

Os lipídios totais foram extraídos com clorofórmio:metanol (2:1), de acordo com BLIGH, & DYER, (1959), com as modificações propostas por CHRISTIE, (1982) e SMEDES & THOMASEN, (1996). Alíquotas de 10mL do extrato foram tomadas e os lipídios totais determinados em leitura direta, segundo o método tradicional do butirômetro de Gerber (LANARA, 1981).

2.2.2- Determinação de colesterol

O colesterol das amostras foi determinado de acordo com MARSIGLIA, et al. (1994). Leitura em espectrofotômetro (625nm). O teor de colesterol foi determinada através de curva padrão construída com concentrações variando de 0,25 a 1,50 mg de colesterol por solução ($y = 0,0425x - 0,0065$ e $R^2 = 0,9941$).

2.2.2-Determinação da atividade antioxidante

A atividade antioxidante do extrato hidro-etanólico de erva mate foi determinada através do teste da oxidação acelerada em banha. Pesou-se 100g de banha e adicionou-se 0,3ml, 0,5ml e 7ml respectivamente aos tratamentos 1, 2,e 3, o controle não continha o extrato. Aqueceu-se e manteve-se a temperatura entre 100-110°C durante 90 minutos. sob agitação com auxílio de agitador magnético. Depois de decorrido este tempo, fez-se a análise do índice de TBARS nas amostras, leitura em absorbância a 531nm. A atividade antioxidante das concentrações foram calculadas em relação à percentagem de inibição da oxidação na banha, segundo CHANG et al. (2002), pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ de inibição} = [1 - (\text{absorbância da amostra a } 531\text{nm}) / (\text{absorbância do controle})] \times 100.$$

2.2.3- Determinação do total de fenóis

Para determinação do total de fenóis nas concentrações de 0,3%, 0,5% e 0,7% de extrato hidro-etanólico de erva mate utilizou-se o método Colorimétrico de Folin-Ciocalteu (Gavilan et al., 1974).

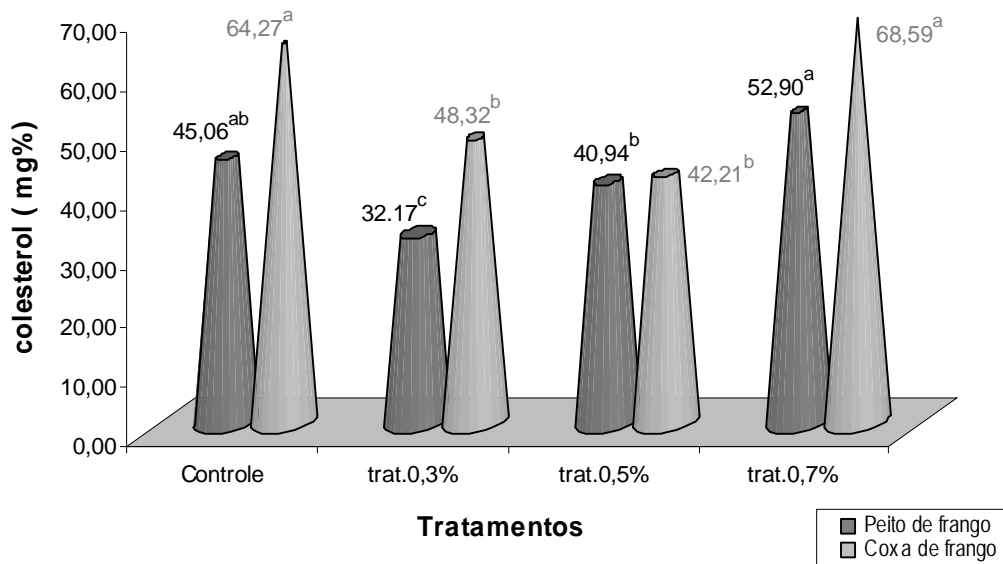
2.2.4-Análise estatística

O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 4 níveis de antioxidante (0; 0,3; 0,5 e 0,7%), ou seja 4 tratamentos sem repetições, totalizando 4 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância. Posteriormente, utilizou-se o Teste de Tukey (COSTA NETO, 1977). Pelo sistema estatístico SAS (1997).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos de colesterol para os cortes de peito e coxa de frango encontram-se no gráfico 1. Os cortes de peito de frango, ($p \leq 0,05$) apresentaram o menor teor de colesterol para o tratamento com 0,3% de antioxidante natural. Houve diferença significativa para os cortes de coxa de frango, nos tratamentos com 0,3% e 0,5% de antioxidante, comparados ou controle.

Os resultados obtidos de colesterol na presente pesquisa estão em média mais baixos que os valores relatados por diversos autores BRAGAGNOLO et al., (1992) encontrou para peito de frango (48 a 79mg/100g), para carne escura (55 a 98mg/100g), também reportado por KARKALAS, DONALD & CLEGG, (1992) para carne branca (67mg/100g), carne escura (90mg/100g) e por ARAÚJO (2004) para peito de frango (58 a 67mg/100g) e coxa (83 a 148mg/100g) e MORAES et al., (1987) que encontraram valores mais baixos para carne branca (27,54mg/100g) e escura (44,98mg/100g).



Valores com a mesma letra na mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Figura 1. Valores de colesterol (mg%) dos cortes de peito e coxa de frango, submetidos a uma dieta com antioxidante natural de erva mate na ração.

Os resultados de colesterol encontrados nesta pesquisa, podem ser explicados pelo efeito *in vivo* do antioxidante natural utilizado, através da relação entre a percentagem de lipídios e colesterol, apresentados na *Figura 2*.

Os valores obtidos de lipídios e colesterol dos cortes de peito de frango apresentaram uma relação curvilínea. Segundo BRAGAGNOLO et al. (2002), quando a quantidade dos

lipídios do músculo é baixa, a concentração de colesterol é alta. Resultados semelhantes foram obtidos em carne bovina por HOOD, (1987), que concluiu que os lipídios das membranas funcionais contêm maior concentração de colesterol que os lipídios do tecido adiposo intramuscular.

No entanto teores de gordura das aves podem variar com a idade, dieta e outros fatores, e acredita-se que os resultados encontrados estejam relacionados com a ação *in vivo* do antioxidante natural de erva mate e seus compostos fenólicos (antioxidantes primários).

Os compostos fenólicos de origem vegetal, agem como aceptores de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia provocada por este, além de atuarem também nos processos oxidativos catalizados por metais, tanto *in vitro*, como *in vivo* (HO, 1992; HUANG e FERRARO, 1994; NAKATANI, 1992; PRATT, 1992; HO et al., 1994; DONNELLY E ROBINSON, 1995; CINTRA e MANCINI FILHO, 1996; WILLIAMSON et al., 1998, SOARES, 2002).

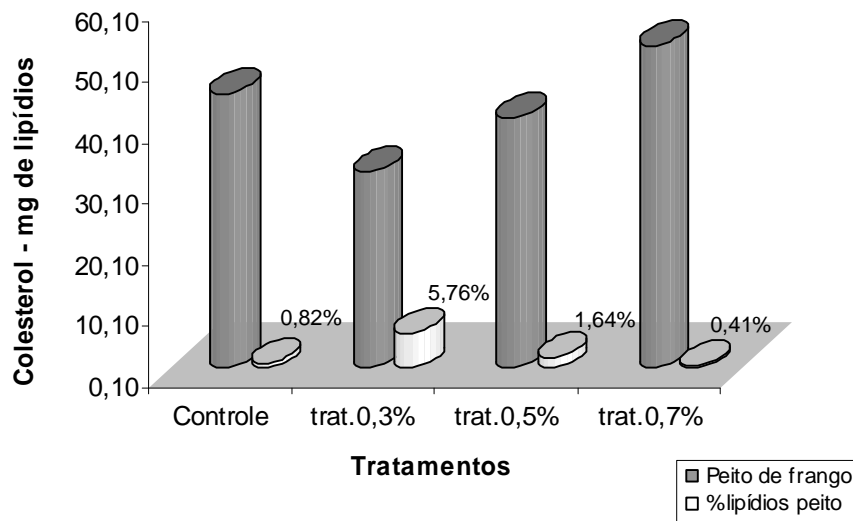


Figura 2. Relação entre percentagem de lipídios e teor de colesterol dos cortes de peito de frango.

A determinação do total de fenóis foi realizada com o objetivo de comparar a quantidade de compostos fenólicos presentes nas diferentes concentrações utilizadas. Foi utilizada como padrão a solução de catequinas.

A equação da curva padrão de catequinas é $y = 0,095x - 0,1329$, onde x representa a concentração de fenóis totais correspondente a catequinas e y representa a absorbância, na *Figura 3*. Após obterem-se as absorbâncias para cada concentração de cada amostra, e usando-se a equação da curva padrão de catequinas, foi possível determinar a concentração dos fenóis totais correspondentes as catequinas das amostras.

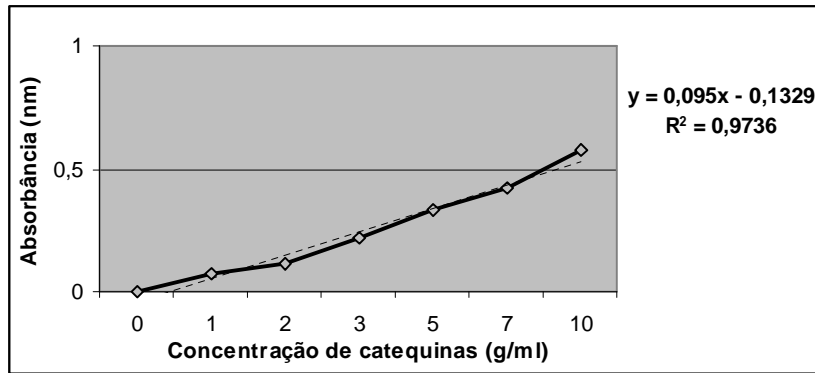


Figura 3. Curva padrão de fenóis totais correspondente a concentração de catequinas.

Baseados nos pontos obtidos da curva padrão, o tratamento com 0,7% de extrato hidro-etanólico de erva mate apresentou a maior concentração de fenóis totais (10,56g/ml de catequinas) seguidos pelos tratamentos 0,5% (7,71g/ml de catequinas) e 0,3% (5,29g/ml de catequinas).

A *Figura 4* refere-se à atividade antioxidante das concentrações do extrato hidro-etanólico de erva mate utilizadas nos tratamentos, a atividade antioxidante foi determinada em relação à porcentagem de inibição da oxidação, no teste da oxidação acelerada em banha.

Observou-se que a porcentagem de inibição do extrato a 0,3%, 0,5% e 0,7% foram significativamente diferentes quanto à proteção contra a oxidação lipídica. Comparando estes resultados com os referidos por diferentes autores, constata-se que, na maioria dos casos, a intensidade deste efeito é diferenciada SALDANHA, (2005).

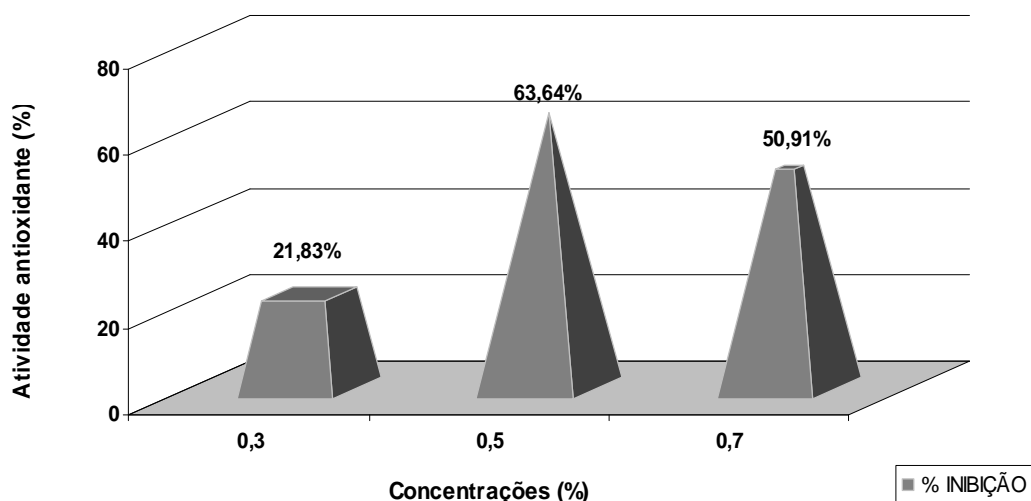


Figura 4. Valores da porcentagem de inibição da oxidação lipídica do extrato hidro-etanólico de erva mate em diferentes concentrações.

Segundo MOSIMANN, (2002) que testou o efeito antioxidante do extrato aquoso de erva mate contra a lipoperoxidação sérica induzida em coelhos para reduzir a progressão da aterosclerose *in vivo*. Observou que a lipoperoxidação sérica, avaliada através de índice de TBARS, foi significativamente inibida pelo extrato aquoso de erva mate, inibindo a lipoperoxidação sérica *in vitro* e diminuindo a progressão da aterosclerose *in vivo*, sem, contudo, diminuir os níveis séricos de colesterol.

Pesquisas realizadas por MOREIRA & MANCINI-FILHO, (2004), chamam a atenção para várias pesquisas com substâncias fenólicas de plantas que tinham sido ignoradas até o estudo de HERTOOG et al., (1993), que inferia que a causa de doenças crônico-degenerativas, como aterosclerose e câncer, podem ser resultado de uma série de alterações em alimentos e organismos vivos desencadeadas pelo processo oxidativo.

Também em estudos feitos por GÓMEZ, (2003), avaliando a influência de dietas suplementadas com semente de linhaça (ricas em ácidos graxos α -linolênico (LNA), w-3) e antioxidantes naturais (orégano e alecrim) sobre o nível de incorporação dos ácidos graxos em ovos e tecidos de aves, observou aumento significativo dos ácidos graxos poliinsaturados α -linolênico e docosahexaenóico (DHA) nas gemas de ovo das aves que receberam 5% de óleo de linhaça nos tratamentos com os antioxidantes de orégano e alecrim em diferentes tempos (10, 20 e 30 dias). Observou uma incorporação significativa dos ácidos LNA e DHA nos tecidos das aves, sendo o fígado o tecido que apresentou a maior concentração destes ácidos graxos. Verificaram a eficácia dos antioxidantes naturais na proteção contra a oxidação lipídica nos tecidos de sobrecoxas, coxa, asa e peito. Considerando que os extratos das especiarias, alecrim e orégano, podem ser utilizados satisfatoriamente para se obter ovos e carnes enriquecidas com w-3, melhorando também a estabilidade lipídica.

Uma hipótese para este feito poderia ser reportada a incorporação do ácido graxo linolênico no fígado de aves estudado por demais pesquisadores e aos resultados obtidos na redução do colesterol. O colesterol é sintetizado no fígado por meio de uma série de reações, a alteração da composição qualitativa dos ácidos graxos no fígado destas aves poderia influenciar no mecanismo de formação do mesmo, resultando na redução dos níveis de colesterol da carne.

Neste contexto, antioxidantes naturais, tais como os compostos fenólicos de plantas, podem atuar na inibição da oxidação e tornar-se um aliado na incorporação de fontes alternativas de w-3 nas carnes.

4-CONCLUSÕES

A concentração do antioxidante hidro-etanólico de erva mate influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o teor de colesterol das amostras, proporcionando uma diminuição do colesterol na carne de frango. Os valores de colesterol para os cortes de peito de frango variaram de 32,17mg/100g a 52,90mg/100g, e de 42,21mg/100g a 68,50mg/100g para os cortes de coxa de frango.

O tratamento com 0,3% do extrato, exibiu a menor atividade antioxidante e apresentou-se como o melhor no controle do colesterol nos cortes de peito de frango sob congelamento. Comportamento, que pode ser explicado pelo efeito biológico potencial dos compostos fenólicos sobre os níveis de colesterol e eventos carcinogênicos já comprovados por diversos pesquisadores.

Estes dados sugerem, portanto, um efeito antioxidante dos fenóis identificados no extrato hidro-etanólico de erva mate, sobre o mecanismo de formação do colesterol *in vivo* de frangos. Sendo de extrema importância mais estudos da ação destas substâncias *in vivo*, quanto a sua absorção e biodisponibilidade, atividade de proteção contra os radicais livres e doenças associadas.

5- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ARAÚJO, M.A.J. Química dos alimentos-Teoria e prática. 3.ed.rev. ampl. - Viçosa: UFV., p. 478, 2004.

BAGGIO,S.R., BRAGAGNOLO,N., Validação da metodologia para determinação simultânea, por CLAE, de colesterol e óxidos de colesterol em produtos cárneos processados.**Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24 (1): 064-070, jan.-mar. 2004.

BORA,K., MIGUEL, O.G., ANDRADE, C.A., OLIVEIRA, A.O.T. Determinação da concentração e do potencial antioxidante das diferentes frações do extrato de folhas de *Dicksonia sellowiana*, (Presl.) Hook, Dicksoniaceae. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.6, n.2, Jul.- Dez./2005.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Otimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.17, nº 3, Campinas, set.-dez. 1997.

- BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Ver. Farm. Bioquím.** v.2, p.122-131, 1992.
- BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22 (1): 98-1043, jan.-abr. 2002.
- CINTRA, R. M. G. C. ; MANCINI-FILHO, J. Efeito antioxidante de especiarias: avaliação e comparação de métodos in vitro e in vivo. *Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.*, São Paulo, v. 22, p. 49-62, 2001.
- COSTA NETO, P.L.O. Estatística. São Paulo: Edgard Blücher, 1977, 264p
- DONNELLY, J.K., ROBINSON, D.S. Invited review. Free radical in foods. **Free radical Research**, Yverdon, v.22, n.2, p. 101-106, 1995.
- DURÁN, R.M.; PADILLA, R.B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grassas y aceites*, 44(2):101-106, 1993.
- DUTCOSKI, S.D. Análise sensorial de Alimentos. Editora Universitária Champagnat, Curitiba, p.123, 1996.
- FIGUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., MADRUGA, M.S. Efeito de antioxidante na vida-de-prateleira de lingüiça de frango “light” e “tradicional” armazenadas sob refrigeração. XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.3 Resumo. p.11-26, Fortaleza,2000.
- FOLCH, J., LEES, M.; STANLY, G.H.S. A Simple Method for the Isolation and Purification of lipids from Animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**,v. 226, n. 1, p. 497-509, may. 1957.
- FURTADO, A. S. ; FRIES, L. L. M. ; CAMPAGNOL, P. C B ; URNAU, D. PEREIRA, K. N. ; MILANI, L. I. G ; TERRA, N. N. Ação Sinérgica de antioxidantes naturais em lingüiça. In: 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas., 2005. v. CD.
- GALVÃO, M.T.E.L. Utilização da carne de frango e de carne mecanicamente separada em produtos cárneos. In: **Industrialização da carne de frango**. CTC-ITAL.Campinas, p. 41-51, 1992.
- GAVILÁN, O.M.,ROMERO,C.,SUSO,J.L. Análisis de vinos y mostos. Zaragoza. Editorial Acribia.p.96-97, 1974.

GÓMEZ, M.E.D.B., Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. **Tese de Doutorado**, Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos- área de bromatologia. São Paulo, 2003.

GUGLIUCCI, A. Antioxidant effects of *Ilex paragrariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.224, p. 338-344, 1996.

GUGLIUCCI,A.; MENINI, T. The botanical extracts of *Achyrocline satureoides* and *Ilex paraguariensis* prevent methylglyoxal-induced inhibition of plasminogen and antithrombin III. **Life Sciences**, v.72, p.279-292, 2003.

GUGLIUCCI,A.;STAHL, A.J. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Biochem Mol Biol Int**, v.35, p.47-56, 1995.

HO, C.T. Phenolic compounds in food-na overview. In: HO, C.T., LEE, C.Y., HUANG, M.T. Phenolic compounds in food and their effects on health. Washington: American Chemical Society,. p.2-7,1992.

HO, C.T., FERRARO, T., CHEN,Q., ROSEN, R.T., HUANG, T.M. Phytochemicals in teas and Rosemary and their câncer-preventive properties. In: HO, C.T., OSAWA, T., HUANG,T.M., ROSEN, R.T. Food phytochemicals for cancer prevention. Washington: American Chemical Society,. p. 2-19, 1994.

HOOD,R.L. A note of the cholesterol content]of beef rib steaks. **CSIRO Food Reserach Q**, v. 47, p. 44-46, 1987.

HUANG, M.T., FERRARO, T. Câncer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables: na overview. Food phytochemicals for cancer prevention. Washington: American chemical Society,1994. p. 2-16.

KARKALAS, J., DONALD.A.E., CLEGG.K.M. Cholesterol content of poultry meat and cheese determined by enzymes and gás liquid choromatography methods. **Journal of Food Technology**. v.17, p. 281. 1982.

MADRUGA, M.S., FIQUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., LIMA, F.M.S. Teores de colesterol de lingüiças de frango “light” e tradicionais submetidas a diferentes condições de estocagem. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas. 24 (4): 527-531. out.-dez. 2004.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. . Compostos fenólicos totais em especiarias: A absorção e o efeito antioxidante.. In: II Simpósio latino americano de ciência de alimentos., 1997, Campinas, São Paulo-SP. Anais, 1997. p. 179.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. Avaliação da atividade antioxidante em extrato de alecrim em sistema biológico.. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1996, POÇOS DE CALDAS-MG. Anais, p. 271,1996.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. Comparação de experimentos in vitro e in vivo do efeito antioxidante naturais.. In: II SEMANA FARMAC. DE CIÊNC. TECNOL., XII SEMIN. DA PÓS-GRAD. E V REUNIÃO DE INICIAÇÃO CIENTIF., 1997, S. PAULO, SP/ BRASIL. Revista de Farmácia e Bioquímica da USP, v. 33. p. 61, 1997.

MARSIGLIA, D.A.P. Colesterol: modificações da metodologia oficial do Instituto Adolfo Lutz. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.51-54, 1994.

MELO, E. A., GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, 36(1):1-11, 2002.

MELO, E.A., GUERRA, N.B., Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, 36 (1): 1-11, jan.-jun. 2002.

MELO, E.A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA,N.B.; MACIEL, G. R., Antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23 (Supl): 195-199, dez. 2003.

MENDES,A.A., MOREIRA, J., GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo/SP, v. 13, n. 13, p. 138-144, 2003

MILANI, L. I. G. ;FRIES, L. L. M. ; TERRA, N. N. ; KUBOTA, E. H. ;QUADROS, C. ; W., R.;TERRA, A. M.;FURTADO,A.S.;SILVA,P.T. Antioxidantes e antimicrobianos naturais para carne mecanicamente separada de frango.In: IV Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos para o Século 21- Desafios e Tendências para a América Latina, 2001, Campinas, São Paulo. Anais do IV. p. 122,2001.

MILANI.L.I.G.; TERRA, N. N. ; FRIES, L. L. M. ; KUBOTA, E. H. ; WAGNER, R. ; QUADROS, C. P. ; ROSA, C. S. ; BIANCHIN, M. R. ; TERRA, A. M. Natural antioxidants for mechanically deboned chicken meat. In: 48th International Congress of Meat Science and Technology, 2002, Roma. Congress Proceedings, 2002.

MORAES. M.C.S., BARROSO. M.A.T., ZAPATA. J.F., FUENTES.M.F. Estudo comparativo da gordura de capote, galinha caipira e frango de granja. **Boletim da SBCTA**. v. 21, n.1, p. 15-24, 1987.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J.; Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev.Nutr.**, Campinas, 17(4);411-424, out./dez.,2004.

MOSIMANN, A.L.P., SILVA. E.L. Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* (erva mate) na peroxidação lipídica e na aterosclerose experimental em coelhos. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Catarina.Programa de Pós-graduação em Farmácia. p. 82, Florianópolis, 2002.

NAKATANI, N. Natural antioxidants from spices. Phenolic compounds in food and their effects on health. Washington: American Chemical Society,1992. p. 72-86.

PERSON. A. M., GRAY.I.J., WOLZAR. A.M., HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**. v.37, n.07, p. 121-130, 1983

POURCHET-CAMPOS M.A. Perspectivas do uso de aditivos em alimentos: os antioxidantes. Revista nacional da carne, n. 227, Jan.1996.

PRATT, D.E. Natural antioxidants from plant material. Washington: American Chemical Society 1992. p. 54-71.

RESURRECCION, A.V.A.; REYNOLDS, A.E. Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. **Journal of food science**. 55(3):629-654, 1990.

SALDANHA, L.A. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia sinensis*). **Dissertação de mestrado**.Universidade de São Paulo.Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 114p. 2005.

SHINELLA, G.R. et al. Antioxidant effects to aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, p. 357-360, 2000.

SOARES,S.E., Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Ver. Nutr.** v.15 n.1 Campinas, jan.2002

TERRA, N. N. Apontamentos de Tecnologia de Carnes. São Leopoldo. Editora Unisinos. 1998. 216p.

TERRA, N.N.; BRUM, M.A.R. Carne e seus derivados-técnicas de controle de qualidade. São Paulo. Ed. Nobel. 1988. 121p.

WILLIAMSON, G., FAUÇKNER, K., PLUMB, G.W. Glucosinolates and phenolics as antioxidants from plant foods. **European Journal of Cancer Prevention**, Oxford, v.7, n.1, p. 17-21, 1998.

4. 2 ARTIGO 2

COMPORTAMENTO DA ESTABILIDADE LIPÍDICA DA CARNE DE FRANGO QUANDO AS AVES SÃO SUBMETIDAS À DIETA COM ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE

Ana D.G. PADILHA ^{1,2}, Nelcindo N. TERRA ^{1,2}, Leadir L. M. FRIES ^{1,2}, Liana I. G. MILANI ¹, Sueli R. Baggio ³, Bibiana A. SANTOS ¹, Paulo C. B. CAMPAGNOL ^{1,2}, Ariane S. FURTADO ^{1,2}

Submetido à **Revista Ciência Rural**

¹ Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. * E-mail: aninha@zipline.com.br

² Pós-graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, CCR, UFSM

³ Pesquisadora Científica-Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL, Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada-Campinas/SP

COMPORTAMENTO DA ESTABILIDADE LIPÍDICA DA CARNE DE FRANGO QUANDO AS AVES SÃO SUBMETIDAS À DIETA COM ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de verificar a atividade do antioxidante natural, extrato de erva mate (*Ilex Paraguariensis*) adicionado à dieta dos frangos, para avaliação da conservação da carne ao longo do armazenamento. O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 níveis de antioxidante (0,3; 0,5 e 0,7%), 1 controle sem antioxidante. O antioxidante usado foi o extrato hidro-etanólico de erva-mate. A ração adicionada de antioxidante foi administrada desde o primeiro dia de vida das aves até aos 42 dias, idade de abate. As amostras (peito e coxa) de cada tratamento foram armazenadas sob refrigeração (5°C) por 21 dias e sob congelamento (-18°C) no período de 4 meses. Foram feitas medias de pH, TBA e ácidos graxos. Os valores de TBARS sofreram aumento considerável durante o período sob refrigeração, valores de 0,117 a 1,053 mg de malonaldeído/kg para peito e 0,078 a 0,780mg de malonaldeído/kg para coxa de frango, indicando apenas uma diminuição na velocidade oxidativa da carne. Os valores de TBARS para os corte de coxa (0,3%) apresentaram maior estabilidade, variação de 0,117 a 0,234mg de malonaldeído/kg até os dois meses de congelamento, após este período o valor de TBARS elevou-se até 0,780mg de malonaldeído/kg. O tempo de armazenamento não influenciou o conteúdo de ácidos graxos, houve diferença significativa (0,3%) para peito de frango, apresentando maior conteúdo de ácidos graxos insaturados. Na análise sensorial as notas atribuídas aos cortes de peito e coxa foram altas, não sendo detectado a perda de qualidade pelos provadores. Conclui-se que o antioxidante natural usado influência a velocidade do processo oxidativo, prolongando a vida de prateleira das carnes.

Palavras-chave: estabilidade oxidativa, antioxidante natural, armazenamento

STABILITY LIPID OF THE MEAT CHICKEN WHEN SUBMITTED DAILY RATION WITH NATURAL ANTIOXIDANT IN THE YERBA MATE

ABSTRACT

The present work had the objective of to verify the activity of the natural antioxidant, extract yerba-mate (*Ilex paraguayensis*) added to the dietary of chickens, for evaluation of the conservation of the meat to the long time of the storage. The used experimental drawing was entirely casualizado, with 3 natural antioxidant levels (0.3, 0.5 and 0.7%), 1 control without natural antioxidant. The antioxidant used was the hidro-etanolic extract of yerba-mate. The ration added of natural antioxidant was managed since the first day of life of the poultry until the 42 days, age of slaughter. The samples (breast and thigh) of each treatment had been stored under refrigeration (5°C) per 21 days and under freezing (-18°C) in the period of 4 months. They had been made you measured of pH, fatty acid and TBARS (2-thiobarbituric acid). The values of TBA had suffered considerable increase during the period under refrigeration, values of 0.117 -1.053 mg of malondialdehyde /kg for breast and 0.078 a 0.780 mg of malondialdehyde /kg for chicken thigh, indicating only one reduction in the oxidative speed of the meat. The values of TBARS for the thigh cut (0.3%) had presented greater stability, variation of 0.117 a 0.234 mg of malondialdehyde /kg until the two months of freezing, after this period the values of TBARS was raised until 0.780mg of malondialdehyde /kg. The storage time did not influence the content of fatty acid, it had significant difference (0.3%) for chicken breast, presenting bigger content of fatty acid insaturated. In the sensorial analysis the notes attributed to the cuts of breast and thigh had been high, not being detected the loss of quality. It was concluded, the natural antioxidant used influence the speed of the oxidativo process, drawing out the shelf-of-life of the meats.

Keywords: oxidation stability, natural antioxidant, storage.

1- INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da sociedade nas últimas décadas, e a mudança de hábitos alimentares e ambientais, estabeleceu-se uma nova relação da população com os alimentos. Neste contexto os consumidores procuram nos alimentos, uma vida mais saudável e um meio de evitar doenças. A carne é um dos alimentos mais importante na dieta humana, não apenas como fonte de proteína de alta qualidade biológica, mas também de minerais e todas as vitaminas do complexo B. Neste sentido a carne tem merecido especial atenção pelo seu valor nutritivo, e principalmente em relação à conservação de suas propriedades funcionais, a fim de garantir um produto final de boa qualidade para os consumidores e para a indústria cárnea. A oxidação é uma das principais causas da deterioração dos alimentos, produzindo à perda de cor, odor, sabor e a formação de compostos tóxicos.

A oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre à perda da qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana (GRAY et. al., 1996). Os alimentos cárneos, devido a sua riqueza na composição de umidade, proteínas, gorduras e outros nutrientes, são produtos bastante susceptíveis a alterações de ordem físico-química e microbiológica. Entre estas alterações, a oxidação lipídica e a oxidação de cor são difíceis de serem controladas, principalmente devido a sua complexidade e variabilidade. (OLIVO, 2005). A complexidade do processamento dos produtos cárneos, e a necessidade de aumentar o período de armazenamento, tornam o produto muito vulnerável à deterioração (ARAUJO, 1999).

Portanto, a utilização de agentes capazes de oferecer proteção contra tais alterações torna-se obrigatória. Os antioxidantes naturais apresentam-se como alternativa para prevenir a deterioração oxidativa dos alimentos, minimizando assim os danos oxidativos nos seres humanos. Desde os anos 80 o emprego de antioxidantes sintéticos na indústria de alimentos tem sido alvo de questionamentos quanto a sua inocuidade, pesquisas encontram-se voltadas para a busca de compostos naturais que exibam esta propriedade funcional (MELO & GUERRA, 2002). Desta forma os antioxidantes naturais passaram a ser considerado como objeto de estudos na busca por padrões, para combater ou retardar as alterações oxidativas nos produtos cárneos.

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo principal verificar a atividade do antioxidante natural, extrato de erva mate (*Ilex Paraguariensis*) adicionado à dieta de frangos de corte, para avaliação da conservação da carne ao armazenamento sob frio.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1- Materiais

Para o experimento a campo foram adquiridos 80 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 0,043 kg. O manejo das aves foi o mesmo utilizado rotineiramente, com alimentação *ad libitum* durante todo o período.

As dietas foram isonutritivas para fase inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). As oitenta aves foram separadas em 4 lotes de 20 unidades cada, sendo divididos em (3) três tratamentos e um (1) controle. O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 níveis de antioxidante (0,3; 0,5 e 0,7%), 2 repetições. O antioxidante usado foi o extrato hidro-etanólico de erva-mate, elaborado e cedido pela GERMINAL (uma empresa do grupo ISP-International Specialty Products). Acompanhou-se a estabilidade da carne de frango sob refrigeração do dia zero aos 21 dias de armazenamento a temperatura de 5°C, e sob congelamento a temperatura de -18°C aos 15 dias de congelamento durante um período de quatro meses.

2.2- Métodos

2.2.1- Determinação do índice de TBARS e pH

O índice de TBARS foi determinado durante o período de armazenamento (refrigeração e congelamento) das amostras. Utilizou-se o método descrito por RAHARJO et al., (1992), expresso em miligramas de malonaldeído por kg de amostra. As leituras da absorvância foram feitas a 531nm.

O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro previamente calibrado com as soluções tampões pH 4,0 e 7,0 (TERRA & BRUM, 1988).

2.2.2- Determinação dos ácidos graxos

A determinação do perfil dos ácidos graxos foi feita através do método de metilação segundo HARTMAN & LAGO, (1973), o qual utiliza NaOH 0,5N em metanol para a saponificação, seguida da esterificação com cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol, ambas reações ocorrem sob refluxo. Cromatógrafo gasoso VARIAN modelo 3900, equipado

com: injetor split, razão 75:1; coluna capilar CP-SIL 88, 100m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno e contendo 0,20mm de polietilenoglicol; detector por ionização em chama (FID) e uma Workstation com software STAR. As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna programada, temperatura inicial 120°C/5min, elevando-se para 235°C numa escala de 3°C/min, permanecendo nesta temperatura por 20 minutos; gás de arraste, hidrogênio numa vazão de 1mL/min; gás "make-up", nitrogênio a 30mL/min; temperatura do injetor, 270C; e temperatura do detector, 300C; volume de injeção: 1uL. Para a identificação dos ácidos graxos, utilizou-se o padrão Supelco IM 37Component FAME Mix (Sigma-Aldrich Co). A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por normalização de área. A determinação dos ácidos graxos foi realizada pelo instituto ITAL/SP.

Os resultados da composição em ácidos graxos das amostras de peito e coxa de frango nos diferentes tratamentos dados em % de área, foram submetidos à fórmula de AGi (Ácido Graxo individual) para expressar os resultados em g/100g de amostra para cada um dos ácidos graxos, sendo:

Fórmula:

$$AGi = \frac{\% \text{ área} \times L \times F}{100}$$

Onde:

AGi = ácido graxo individual, expresso em g/100g de amostra;

%área = porcentagem de área dos picos obtidos nos cromatogramas;

L = teor de lipídio da amostra em g/100g;

F = Fator de conversão de HOLLAND et al., (1994) para carne de aves = 0,945

2.2.3- Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada por provadores não treinados, através de uma ficha de avaliação, utilizando uma escala hedônica de 1,0 a 9,0 pontos DUTCOSKY, (1996), ABNT, (1993), para avaliar a carne assada (250°C por 1hora) quanto à cor, sabor, odor, textura e aceitabilidade e aparência (cor e odor) para as amostras cruas. Foram realizadas três análises sensoriais no período de 21 dias para as amostras refrigeradas O valor 9,0 representa um produto de total aceitabilidade onde o provador gostou muitíssimo e 1,0 um produto inaceitável onde o provador desgostou muitíssimo.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1- Estabilidade de armazenamento sob refrigeração 5°C

A vida de prateleira sob refrigeração foi acompanhada pelo pH e TBARS das amostras dos cortes de peito e coxa de frango, durante o período de 21 dias. As medidas de pH para os cortes de peito estão apresentadas na *Tabela 1*, indicando valores entre 5,47 a 6,52 sendo possível observar que houve uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) durante o período de armazenamento sob refrigeração para o tratamento com 0,3% (volume: peso, v: p) de antioxidante, o qual obteve o menor valor de pH (5,82). Valor que se mantém dentro dos padrões normais para peito de frango, que são de pH entre 5, 7 e 5,9 (OLIVO , 2006; BERAQUET, 2000).

Os resultados de pH para os cortes de Coxa de frango também se mostraram significativos ($p \leq 0,05$), para o tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante, sendo que este manteve o pH menor que o controle até o 16º dia de armazenamento, (*Tabela 1*). Segundo a literatura os valores normais para coxa de frango são de pH entre 6,4 e 6,7 e também para carne de peito e coxa de frangos valores de 5,94 e 6,10, respectivamente (OLIVO , 2006; KONDAIAH & PANDA, 1987). Enquanto que para carne de sobrecoxa desossada manualmente um pH de aproximadamente 5,8 a 6,2 (BERAQUET, 2000). Os resultados de pH para os cortes de coxa de frango mantiveram-se em média dentro dos valores normais recomendados pela literatura.

Tabela 1. Valores médios de pH para os cortes de peito e coxa de frangos submetidos a uma dieta com antioxidante natural de erva mate, na ração. (n=2).

Dias de armazenamento	pH - Cortes de Peito de frango			
	Controle	Trat. 0,3%	rat. 0,5%	Trat. 0,7%
0	6,24 b	5,63 d	5,87 d	5,75 b
4	6,07 c	5,83 c	6,11 c	5,63 c
8	5,90 de	5,60 d	5,93 d	5,94 a
12	5,85 e	5,47 c	6,15 c	5,90 a
16	6,01 cd	5,91 b	6,31 b	5,64 c
21	6,44 a	6,08 a	6,52 a	5,88 a
Dias de armazenamento	pH- Cortes de Coxa de frango			
	Controle	Trat. 0,3%	rat. 0,5%	Trat. 0,7%
0	6,03 b	6,29 b	6,22 b	6,21 ab
4	6,25 b	6,16 bc	6,32 b	6,36 ab
8	6,49 ab	6,34 b	6,17 b	6,11 ab
12	6,46 ab	6,02 c	6,54 ab	6,22 ab
16	6,54 ab	6,37 b	7,05 a	6,51 a
21	6,84 a	7,17 a	7,06 a	5,85 b

Os valores da mesma coluna que não apresentam a mesma letra diferem estatisticamente entre si, ($p \leq 0,05$).

Na *Tabela 2*, observa-se que os valores de TBARS dos cortes refrigerados sofreram aumento considerável, entre 0 e 21 dias de estocagem. Os valores médios de TBARS, para os cortes de peito variaram de 0,117 a 1,053mg de malonaldeído/kg, os cortes, de coxa variaram de 0,078 a 0,780 mg de malonaldeído/kg ao final dos 21 dias sob refrigeração.

Tabela 2. Valores médios de TBARS dos cortes de peito e coxa de frangos mantidos sob refrigeração por 21 dias, n=2.

Tratamentos	Período de Armazenamento (Dias)					
	0	4	8	12	16	21
Cortes de Peito de Frango (mg de malonaldeído/ kg de amostra)						
Controle	0,000 ^b (± 0,000)	0,000 ^b (± 0,000)	0,156 ^a (± 0,078)	0,078 ^a (± 0,000)	0,234 ^a (± 0,078)	0,195 ^a (± 0,039)
Trat. 0,3%	0,039 ^b (± 0,039)	0,117 ^b (± 0,039)	0,117 ^b (± 0,039)	0,585 ^a (± 0,039)	0,741 ^a (± 0,351)	0,117 ^b (± 0,039)
Trat. 0,5%	0,039 ^a (± 0,039)	0,156 ^a (± 0,000)	0,078 ^a (± 0,078)	0,234 ^a (± 0,000)	0,234 ^a (± 0,000)	0,234 ^a (± 0,078)
Trat. 0,7%	0,078 ^{bc} (± 0,000)	0,039 ^{bc} (± 0,039)	0,000 ^b (± 0,000)	0,390 ^b (± 0,156)	0,390 ^b (± 0,039)	1,053 ^a (± 0,000)
Cortes de Coxa de Frango (mg de malonaldeído/ kg de amostra)						
Controle	0,000 ^b (± 0,000)	0,156 ^a (± 0,000)	0,117 ^{ab} (± 0,039)	0,195 ^a (± 0,039)	0,117 ^{ab} (± 0,039)	0,078 ^{ab} (± 0,000)
Trat. 0,3%	0,039 ^b (± 0,039)	0,273 ^b (± 0,039)	0,234 ^b (± 0,078)	0,234 ^b (± 0,000)	0,741 ^a (± 0,039)	0,195 ^b (± 0,039)
Trat. 0,5%	0,234 ^b (± 0,000)	0,156 ^b (± 0,000)	0,273 ^{ab} (± 0,000)	0,234 ^b (± 0,117)	0,312 ^{ab} (± 0,000)	0,195 ^b (± 0,039)
Trat. 0,7%	0,195 ^c (± 0,039)	0,312 ^c (± 0,078)	0,507 ^{ab} (± 0,117)	0,390 ^{bc} (± 0,000)	0,702 ^{ab} (± 0,000)	0,780 ^a (± 0,000)

Os valores (média ± desvio padrão da média) da mesma linha que não apresentam a mesma letra diferem estatisticamente entre si, ($p \leq 0,05$).

Segundo BARRETO et al., (2003) que testou através de um modelo empírico o comportamento dos antioxidantes naturais (ácido fítico e α -tocoferol) durante a fase de indução da oxidação lipídica da carne de frango sob refrigeração, através do índice de TBARS, obteve a melhor resposta para as amostras armazenadas por 96 horas a 4°C. A refrigeração com a ajuda dos antioxidantes naturais diminuem a velocidade da oxidação lipídica, assumindo um papel importante na conservação dos alimentos.

Resultados semelhantes sobre a eficiência do uso de diferentes antioxidantes (naturais e artificiais) no retardamento da oxidação lipídica em carnes e derivados de frango foram relatados na literatura por NUNES et al., (2003), MENDES, (1999), FIGUEIREDO, (2000).

3.2- Estabilidade do armazenamento sob congelamento a -18°C

Os resultados de pH para os cortes de peito de frango, armazenadas sob congelamento a -18°C, durante 4 meses, variaram de 5,83 a 6,15 nos primeiros 15 dias, e de 5,63 a 6,24 no último mês de armazenamento. O pH médio para cada tratamento foi de 5,95 (controle),

5,66 (trat. 0,3%), 5,80 (trat. 0,5%) e 5,81 (trat. 0,7%), o tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante natural foi estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$), mantendo-se baixo durante o período de armazenamento, (Figura 1).

Figura 1. Valores médios de pH para os cortes de peito de frango, armazenados a -18°C .

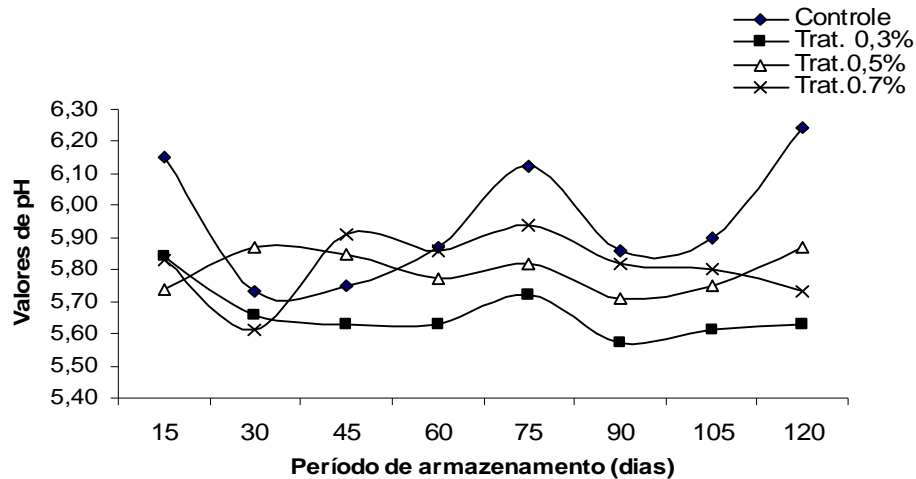
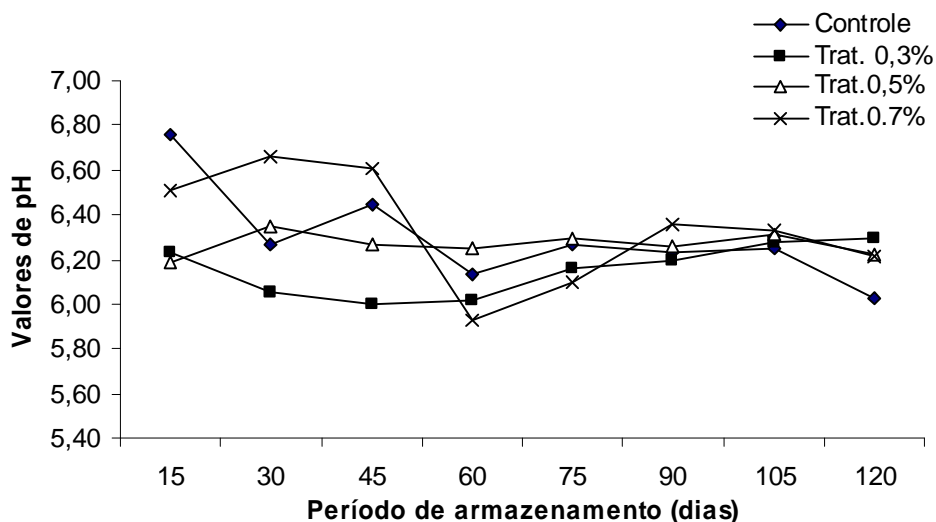


Figura 2.

Valores médios de pH para os cortes de coxa de frango, armazenados a -18°C .

Os resultados de pH para os cortes de coxa de frango, variaram de 6,19 a 6,76 após os primeiros 15 dias, e de 6,03 a 6,29 no último mês de armazenamento. O tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante também foi estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) cujos valores médios de pH mantiveram-se abaixo dos demais tratamentos, apresentados na Figura 2.

Figura 2. Valores médios de pH para os cortes de coxa de frango, armazenados a -18°C .



Observou-se que os resultados de TBARS para os cortes de peito e coxa de frangos armazenados sob congelamento, mantiveram o processo de deterioração oxidativa controlada durante o período de armazenamento, atingindo valores máximos de 0,858 mg de malonaldeído/kg aos 75 dias de congelamento, (Tabela 3).

O tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante natural obteve diferença significativa entre os valores de TBARS, indicando maior estabilidade oxidativa até dois meses de congelamento, após este período os valores de TBARS variaram entre 0,429 e 0,780 mg de malonaldeído/kg, para os cortes de peito de frango.

O efeito antioxidante de ervas e especiarias foi inicialmente evidenciado por CHIPAULT et al., (1952), em 32 especiarias, das quais o alecrim e a sálvia foram consideradas as mais eficazes. Esta ação foi comprovada posteriormente, no orégano e no tomilho (KIKUZAHKI et al., 1989 ; MIURA et al., 1989 ; VEKIARI et al., 1993), no gengibre (KIKUZAHKI et al., 1993), na pimenta (LEE et al., 1995), na mostarda (AMAROWICZ et al., 1996), na canela (MANCINI-FILHO et al., 1998), no coentro (GUERRA, 1975; OZCAN et al., 1995; SEMWAL et al., 1992) dentre outros.

Tabela 3. Valores médios de TBARS dos cortes de peito e coxa de frangos mantidos sob congelamento a -18°C.

Tratamentos	Período de armazenamento (dias)							
	15	30	45	60	75	90	105	120
TBA - Cortes de Peito de Frango (mg de malonaldeído/ kg de amostra)								
Controle	0,234 ^a (± 0,000)	0,780 ^b (± 0,000)	0,780 ^b (± 0,000)	0,000 ^b (± 0,000)	0,000 ^b (± 0,000)	0,390 ^b (± 0,039)	0,390 ^b (± 0,039)	0,000 ^b (± 0,000)
Trat. 0,3%	0,390 ^b (± 0,039)	0,117 ^b (± 0,039)	0,195 ^b (± 0,039)	0,117 ^b (± 0,039)	0,429 ^a (± 0,039)	0,390 ^b (± 0,039)	0,780 ^b (± 0,039)	0,390 ^b (± 0,039)
Trat. 0,5%	0,117 ^a (± 0,039)	0,780 ^a (± 0,000)	0,390 ^a (± 0,039)	0,390 ^a (± 0,039)	0,390 ^a (± 0,039)	0,780 ^a (± 0,000)	0,390 ^a (± 0,039)	0,390 ^a (± 0,039)
Trat. 0,7%	0,117 ^a (± 0,039)	0,780 ^a (± 0,000)	0,156 ^a (± 0,000)	0,780 ^a (± 0,000)	0,117 ^a (± 0,039)	0,390 ^a (± 0,039)	0,390 ^a (± 0,039)	0,780 ^a (± 0,000)
TBA - Cortes de Coxa de Frango (mg de malonaldeído/ kg de amostra)								
Controle	0,780 ^b (± 0,039)	0,234 ^a (± 0,000)	0,234 ^a (± 0,000)	0,780 ^b (± 0,000)	0,195 ^a (± 0,039)	0,780 ^b (± 0,000)	0,780 ^b (± 0,000)	0,000 ^b (± 0,000)
Trat. 0,3%	0,117 ^b (± 0,117)	0,117 ^b (± 0,039)	0,546 ^a (± 0,078)	0,156 ^b (± 0,000)	0,858 ^a (± 0,078)	0,000 ^b (± 0,000)	0,195 ^b (± 0,039)	0,390 ^b (± 0,039)
Trat. 0,5%	0,780 ^{bc} (± 0,078)	0,780 ^{bc} (± 0,039)	0,390 ^c (± 0,000)	0,780 ^{bc} (± 0,039)	0,546 ^a (± 0,078)	0,780 ^{bc} (± 0,000)	0,117 ^{bc} (± 0,000)	0,234 ^b (± 0,000)
Trat. 0,7%	0,234 ^{ab} (± 0,078)	0,117 ^b (± 0,039)	0,780 ^b (± 0,000)	0,117 ^b (± 0,039)	0,468 ^a (± 0,078)	0,000 ^b (± 0,000)	0,780 ^b (± 0,000)	0,234 ^{ab} (± 0,000)

Os valores (média ± desvio padrão da média) da mesma linha que não apresentam a mesma letra diferem estatisticamente entre si, (p < 0,05)

Estudos realizados por TANG, et al., (2001), que também avaliando o efeito de antioxidantes naturais na conservação da carne de frango, testou o chá de catequinas na oxidação lipídica da carne de frango armazenada sob congelamento durante 9 meses, observou redução significativa durante o congelamento e a refrigeração. O chá de catequinas (200mg) foi igualmente eficaz em potencial antioxidante quanto à vitamina E (200mg), por até 3 meses de congelamento. Para o armazenamento sob congelamento de 6 até 9 meses foi requerido um aumento da concentração do chá de catequinas para 300mg para se equivaler à vitamina E.

SOUZA, (2006) avaliou a ação de extratos (aquoso e purificado) obtidos da casca da batata inglesa como antioxidantes em cortes de frango, durante 8 meses sob congelamento, os extratos antioxidantes foram efetivos no controle da oxidação lipídica, a qualidade sensorial do produto não foi afetada na incorporação do extrato purificado, entretanto, no extrato aquoso, houve uma redução nos valores quanto ao sabor da carne.

Os estudos realizados com antioxidantes naturais na conservação da carne de frango, têm demonstrado efeito potencial sobre a conservação da carne, proporcionando um relativo aumentando na vida-de prateleira.

3.3- Composição dos ácidos graxos

A composição dos ácidos graxos existentes na carne é outro fator importante, pois a sua composição afeta a qualidade da carne, a *Tabela 4* mostra o somatório dos ácidos graxos saturados e insaturados (poliinsaturados + monoinsaturados) obtidos dos cortes de peito e coxa de frango. A carne de frango é considerada mais propensa ao desenvolvimento de oxidação que a carne vermelha por ter um teor mais alto de fosfolipídios (WILSON et al, 1976, MICKNIGHT, 1996 apud OLIVO,2006). Os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais suscetíveis ao processo oxidativo, havendo uma dependência direta entre o grau de insaturação e a susceptibilidade a oxidação (SOARES, 2002).

Pesquisas realizadas com a suplementação de rações com antioxidantes e α -tocoferol demonstram aumentou nas concentrações de α -tocoferol na carne de frangos e aumento na estabilidade oxidativa da carne resfriada e congelada (LIN et al., 1989, GALVIN et al., 1997)

Tabela 4. Totais dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e insaturados para os corte de peito e coxa de frango.

Ácidos graxos (g/100g)	Tratamentos			
	Controle	Trat. 0,3%	Trat. 0,5%	Trat. 0,7%
Peito de frango				
Total Saturados	0,28	1,87	0,54	0,12
Total Monoinsaturados	0,31	2,45	0,62	0,17
Total Polinsaturados	0,17	1,04	0,37	0,08
Total Insaturados	0,48	3,49	0,98	0,26
Coxa de frango				
Total Saturados	4,38	4,26	2,76	4,15
Total Monoinsaturados	6,61	5,70	3,69	6,10
Total Polinsaturados	3,20	2,32	1,92	2,83
Total Insaturados	9,82	8,02	5,61	8,93

A *Figura 3* mostra que o tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante para os cortes de peito de frango foi significativo ao nível de 0,5% ($p \leq 0,05$) apresentando o maior conteúdo de ácidos graxos insaturados que os demais tratamentos, demonstrando o efeito do antioxidante natural de erva mate sobre a oxidação dos ácidos graxos.

A inclusão do antioxidante natural de erva mate na ração de aves torna-se uma opção a ser considerada para a obtenção de carnes com maior conteúdo qualitativo de ácidos graxos e maior estabilidade oxidativa.

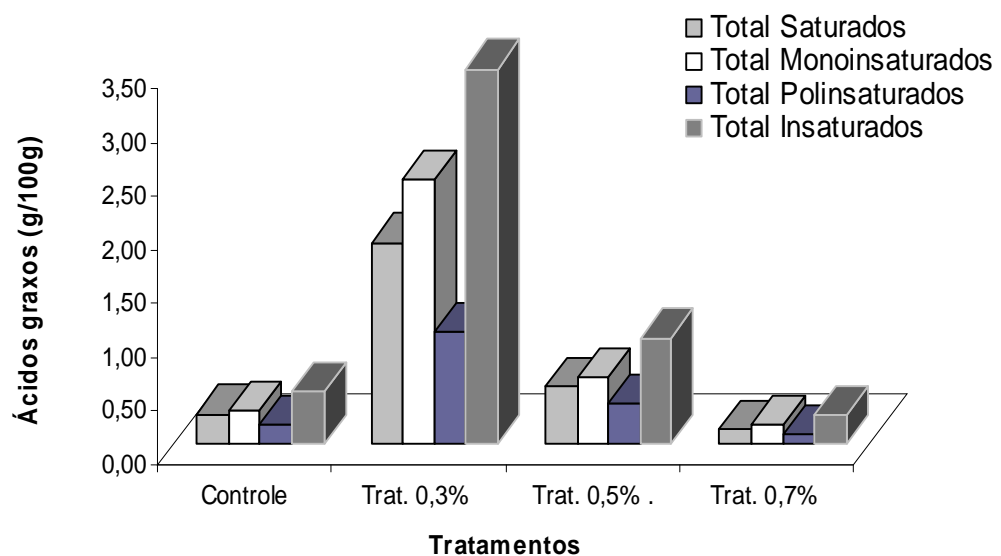


Figura 3. Total dos ácidos graxos saturados e insaturados dos cortes de peito de frango.

Este efeito inibitório também foi observado por MOREIRA e MANCINI-FILHO, (2004) em ensaio biológico onde foi verificado que ocorreu uma diminuição significativa da

peroxidação lipídica em todos os tecidos avaliados dos animais que receberam o extrato (chá de mistura de especiarias, mostarda, canela e erva-doce) refletindo-se no perfil lipídico, principalmente, no percentual de incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados essenciais.

Estes resultados indicam o aumento no conteúdo dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 nos cortes de peito de frango no tratamento que recebeu 0,3% do antioxidante natural de erva mate (compostos fenólicos), em relação ao grupo controle. Observando-se assim a ação da erva mate como antioxidante potencial, indicando uma incorporação de ácidos graxos no tecido das aves.

3.4- Resultados da análise sensorial

Foram realizadas três análises sensoriais durante o período de 21 dias para as amostras refrigeradas, utilizando-se o teste de aceitabilidade, escala hedônica de 1 a 9. Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o atributo COR nos cortes de coxa de frango, com notas variando de 1 a 4 (desgostei muitíssimo a não gostei) apresentados na *Tabela 5*. Não houve diferenças significativas para os cortes de peito de frango.

As amostras de peito e coxa de frangos avaliadas cruas, quanto à cor e odor apresentaram diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$) para o tratamento com 0,5% de antioxidante no que se refere ao odor dos cortes, obtendo nota 3,5, baixa aceitabilidade, (*Tabela 6*).

Tabela 6. Médias das notas atribuídas à cor e odor dos cortes de peito e coxa de frango crua, durante o período de armazenamento sob refrigeração.

	TRATAMENTOS			
	CONTROLE	TRAT. 0,3%	TRAT.0,5%	TRAT.0,7%
Cortes de peito de frango				
COR	7,9 a	5,6 b	7,3 a	4,9 b
ODOR	7,4 a	6,3 ab	4,8 b	6,8 a
Cortes de coxa de frango				
COR	6,9 a	6,9 a	6,0 a	6,0 a
ODOR	6,9 a	6,5 a	3,5 b	6,0 a

Médias com letras iguais não diferem significativamente entre si a ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Médias das notas atribuídas à cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade dos cortes de peito e coxa de frango assados, durante o período de armazenamento sob refrigeração.

	TRATAMENTOS			
	CONTROLE	TRAT. 0,3%	TRAT.0,5%	TRAT.0,7%
Cortes de peito de frango				
COR	8,0 a	7,8 a	7,6 a	8,0 a
ODOR	7,9 a	7,4 a	7,2 a	8,0 a
SABOR	7,1 a	7,4 a	7,3 a	7,2 a
TEXTURA	7,5 a	7,7 a	7,0 a	7,0 a
ACEITABILIDADE	7,6 a	7,7 a	7,1 a	7,5 a
Cortes de coxa de frango				
COR	1,0 d	2,0 c	3,0 b	4,0 a
ODOR	8,0 a	7,5 a	7,6 a	7,2 a
SABOR	8,2 a	7,3 a	7,8 a	7,5 a
TEXTURA	8,0 a	7,9 a	7,7 a	7,6 a
ACEITABILIDADE	7,8 a	7,7 a	7,5 a	7,6 a

Médias com letras iguais não diferem significativamente entre si a ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

4- Conclusão

Dentro das condições experimentais, conclui-se que a adição do antioxidante natural de erva mate na dieta das aves, exerceu uma influência preponderante sobre a qualidade oxidativa da carne de frango.

A estabilidade oxidativa das amostras armazenadas sob refrigeração foi significativa, os valores de pH se mantiveram normais, o TBARS sofreu um aumento considerável com variação de 0,117 a 1,053mg de malonaldeído/kg e de 0,078 a 0,780mg de malonaldeído/kg para peito e coxa de frango respectivamente, indicando apenas uma diminuição na velocidade oxidativa da carne. No período de congelamento os valores de TBARS para os corte de coxa (trat. 0,3%), observou-se uma maior estabilidade, variação de 0,117 a 0,234mg de malonaldeído/kg até os dois meses de congelamento, após este período elevou-se até 0,780mg de malonaldeído/kg. O tempo de armazenamento não influenciou o conteúdo de ácidos graxos, houve diferença significativa (trat. 0,3%) para peito de frango, com maior conteúdo de ácidos graxos insaturados, demonstrando o efeito inibidor do antioxidante usado sobre a oxidação dos ácidos graxos.

Estes resultados mostram, portanto que o antioxidante natural pode garantir a qualidade oxidativa e sensorial da carne de frango, proporcionando uma diminuição na velocidade do processo oxidativo e modificação no seu perfil lipídico.

5. REFERENCIAS

ARAUJO, M.A.J. Química dos alimentos-Teoria e prática. 2.ed. - Viçosa: UFV, 416p. 1999.

BARRETO, A.C.S., IDA,E.I., SILVA, R.S.F., TORRES, E.A.F.S., SHIMOKOMAKI,M. Empirical models for describing poultry meat lipid oxidation inhibition by natural antioxidants. **Journal of Food Comp. And Analysis**, v. 16, p. 587-594, jan. 2003.

BERAQUET, N. J. . Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas/SP, v. 1, n. 3, p. 155-166, 2000.

BERAQUET, N. J. ; BRESSAN, M. C. ; LEMOS, A. L. S. C. . Características de qualidade de carne de peito de frango utilizando a análise de componente principal. **Bol. SBCTA**, v. 35, p. 74-84, 2001.

CHIPAULT, J.R.; MIZUN, G.K.; HAWKINS, J.M.; LUNDBERG, W.O. The antioxidant properties of natural spices. **Food Res.**, v.17, p.46-55, 1952.

COSTA NETO, P.L.O. Estatística. São Paulo: Edgard Blücher, p.264,1977.

DURÁN, R.M.; PADILLA, R.B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grassas y aceites*, 44(2):101-106, 1993.

FIGUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., MADRUGA, M.S. Efeito de antioxidante na vida-de-prateleira de lingüiça de frango “light” e “tradicional” armazenadas sob refrigeração. XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.3 Resumo. p.11-26, Fortaleza,2000.

FOLCH, J., LEES, M.; STANLY, G.H.S. A Simple Method for the Isolation and Purification of lipids from Animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**,v. 226, n. 1, p. 497-509, may. 1957.

GALVIN, K.; MORRISEY, P.A. E BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidised sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v.38, p. 499-504, 1997.

GAVILÁN, O.M., ROMERO, C., SUSO, J.L. Análisis de vinos y mostos. Zaragoza. Editorial Acribia. p.96-97, 1974.

GRAY, J.L.; GOMAA, E.A.; BUCKLEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, v.43, p. S111-S113, 1996.

GUERRA, N.B. Ação antioxidante de algumas especiarias em diferentes atividades de água. **Mestrado**, Faculdade de Farmácia, Universidade de São Paulo-USP, p.62, 1975.

GUGLIUCCI, A. Antioxidant effects of *Ilex paragrariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.224, p. 338-344, 1996.

GUGLIUCCI, A.; MENINI, T. The botanical extracts of *Achyrocline satureoides* and *Ilex paraguariensis* prevent methylglyoxal-induced inhibition of plasminogen and antithrombin III. **Life Sciences**, v.72, p.279-292, 2003.

GUGLIUCCI, A.; STAHL, A.J. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Biochem Mol Biol Int**, v.35, p.47-56, 1995.

HARTMAN, L. & LAGO, R.C.A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice. London**, 20, 475-481, 1973.

KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Antioxidant effects of some ginger constituents. **J. Food Sci.**, v.58, p.1407-1410, 1993.

KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Structure of a new antioxidative phenolic acid from *Origanum vulgare* L. **Agric. Biol. Chem.**, v.53, p. 519-522, 1989.

LEE, Y.; HOWARD, L.R.; VILLALON, B. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. **J. Food Sci.**, v.60, p.473-476, 1995.

LIN, C.F.; ASGHAR, A.; GRAY, J.L.; BUCKLEY, D.L.; BOOREN, A.M.; CRACKEL, R.L. EFLEGAL, C.J. Effects of oxidised dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth meat stability. **British Poultry Science**, v.30, p. 855-864, 1989.

MANCINI-FILHO, J.; VAN-VOIJJ, A.; MANCINI, D.A.P., COZZOLINO, F.F.; TORRES, R.P. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun zeylanicum*, Breyne) extracts. **Bol. Chim. Farmac.**, v.137, p. 443-447, 1998.

MELO, E.A.; GUERRA, N.B.; Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, 36(1): 1-11 jan. -jun. 2002.

MELO, E.A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA,N.B.; MACIEL, G. R., Antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23 (Supl): 195-199, dez. 2003.

MENDES,A.A., MOREIRA, J., GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo/SP, v. 13, n. 13, p. 138-144, 2003.

MENDES,A.C.R. Transformações bioquímicas na fração lipídica de produtos cárneos durante o armazenamento. **Revista nacional da carne**, São Paulo, SP, v. 23, n. 265, p. 30-37, 1999.

MIURA, K.; NAKATANI, N. Antioxidative activity of biphenyl compounds from thyme (*Thymus vulgaris* L.). **Chem. Exp.**, v.4, p. 237-239,1989.

MORAES. M.C.S., BARROSO. M.A.T., ZAPATA. J.F., FUENTES.M.F. Estudo comparativo da gordura de capote, galinha caipira e frango de granja. **Boletim da SBCTA**. v. 21, n.1, p. 15-24, 1987.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J.;Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev.Nutr.**, Campinas, 17(4);411-424, out./dez.,2004.

MOSIMANN, A.L.P., SILVA. E.L. Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* (erva mate) na peroxidação lipídica e na aterosclerose experimental em coelhos. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Catarina.Programa de Pós-graduação em Farmácia. p. 82, Florianópolis, 2002.

NUNES, M. L. ; FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGA, M. S. ; LIMA, F. C. dos S. ; BISCONTINI, T. M. B. . Efeito de antioxidantes e das condições de estocagem na oxidação lipídica de lingüiças de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 319, p. 36-48, 2003.

OLIVO, R.,SHIMOKOMAKI,M. Carnes no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: p. 155, 2001.

OLIVO, RUBISON. Alterações oxidativas em produtos cárneos. Globalfood Sistemas, Ingredientes e tecnologia para Alimentos Ltda, p.9, 2005.

OLIVO, RUBISON. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC, Ed. do Autor, p.678, 2006.

OZCAN, M.; AKGUL, A. Antioxidants activity of extracts and assential oils from Turkish spices on sunflower oil. **Acta- Alim.**, v.24, p. 81-90, 1995.

RAHARJO, S.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Improved Speed, Specificity, and Limit of Determination of an Aqueous Acid Extraction Thiobarbituric Acid-C18 Method for Measuring Lipid Peroxidation in Beef. *J. Agric. Food Chem.* v.40, p.2182-2185, 1992.

RESURRECCION, A.V.A.; REYNOLDS, A.E. Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. **Journal of food science.** 55(3):629-654, 1990.

SALDANHA, L.A. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia sinensis*). **Dissertação de mestrado.** Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 114p. 2005.

SEMWAL, A.D., ARYA, S.S. Effect of spices and salt on the storage stability of pre-cooked dehydrated rice. **J Food Sci. Technol.**, v.29, p.210-213, 1992.

SHINELLA, G.R. et al. Antioxidant effects to aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, p. 357-360, 2000.

SOARES, S.E., Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Ver. Nutr.** v.15 n.1 Campinas, jan.2002.

SOUZA, M.A.A., Antioxidante natural na proteção de cortes de frango. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. 2006.

TANG, S.Z.; KERRY, J.P.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A. Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. **Meat Science**, v.57, p. 331-336, 2001.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes.** São Leopoldo. Editora Unisinos. 1998. 216p.

TERRA, N.N.; BRUM, M.A.R. **Carne e suas derivadas- técnicas de controle de qualidade.** São Paulo. Ed. Nobel. p.121,1988.

VEKIARI, S.A.; OREOPOULOU, V.;TZIA,C.; THOMOPOULOS, C.D. Orégano flavanoids as lipid antioxidants. **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v.70, p.483-487, 19

4.3- ARTIGO 3

PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO SUPLEMENTADOS COM ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE NA DIETA

Ana D.G. PADILHA ^{1,2}, Nelcindo N. TERRA ^{1,2}, Leadir L. M. FRIES ^{1,2}, Sueli R. BAGGIO. ³,
Liana I. G. MILANI ¹, Bibiana A. SANTOS ¹, Paulo C. B. CAMPAGNOL ^{1,2}, Ariane S. FURTADO ^{1,2}

Submetido à **Revista Alimentaria**.

¹ Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, CCR,UFSM,
97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. * E-mail: aninha@zipline.com.br

² Pós-graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos,CCR, UFSM

³.Pesquisadora Científica- Instituto de Tecnologia de Alimentos/ ITAL
Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada -Campinas/SP

PERFIL DOS ÁCIDOS GRAXOS E COLESTEROL DA CARNE DE FRANGO SUPLEMENTADOS COM ANTIOXIDANTE NATURAL DE ERVA MATE NA DIETA

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar a composição de ácidos graxos e o conteúdo de colesterol dos cortes de peito e coxa de frangos submetidos a uma dieta com diferentes concentrações do antioxidante hidro-etanólico de erva mate (*Ilex paraguariensis*). O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 níveis de antioxidante 0,3%, 0,5% e 0,7% (v:p), 1 controle (0,0%), total de 4 unidades experimentais. A ração adicionada de antioxidante foi administrada desde o primeiro dia de vida das aves até aos 42 dias, idade de abate. As amostras (peito e coxa) de cada tratamento foram armazenadas sob congelamento (-18°C) no período de 4 meses. Os métodos utilizados foram de extração e determinação dos lipídios totais, colesterol e perfil dos ácidos graxos. Os resultados indicam o aumento no conteúdo dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 nos cortes de peito de frango (trat.0,3%) e maior conteúdo de ácidos graxos insaturados. Foram detectados vinte e seis (26) ácidos graxos nos cortes de peito e coxa de frango. Os ácidos graxos C16:1, C18:1, C18:2, C22:5 (DPA), C18:3 e C20:4 foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos nos cortes de peito de frango (trat. 0,3%) o percentual do ácido monoinsaturado oléico, da família ômega-9, apresentou teores mais elevados (2,10g/100g) que os encontrados na literatura. Conclui-se que a adição do antioxidante natural de erva mate na dieta dos frangos de corte, influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o perfil dos ácidos graxos da carne de frango e proporcionou uma diminuição no teor de colesterol da carne.

Palavras-chave: ácidos graxos, colesterol, antioxidante natural

CHOLESTEROL AND PROFILE FATTY ACIDS THE MEAT OF CHICKEN SUPPLEMENTED WITH NATURAL ANTIOXIDANT OF YERBA MATE IN THE DIETARY

ABSTRACT

The objective of the present study was to analyze the composition of fatty acid and the cholesterol content of the cuts of breast and thigh of chickens submitted to a diet with different concentrations of the antioxidant hydro-ethanolic de yerba-mate (*Ilex paraguariensis*). The used experimental drawing was entirely casualizado, with 3 natural antioxidant levels 0.3%, 0.5% and 0.7% (v:p), 1 control (0,0%), total of 4 experimental units. The added ration of natural antioxidant was managed since the first day of life of the poultry until the 42 days, age of slaughter. The samples (breast and thigh) of each treatment had been stored under refrigeration (5°C) per 21 days and under freezing (-18°C) in the period of 4 months. The used methods had been of extration and determination of the total lipid, cholesterol and profile of the fatty acid. The results indicate the increase in the content of fatty acid polyunsaturateds, n- 3 in the cuts of breast of chicken (trat.0.3%) and insaturads fatty acid greater content. Was observed twenty six (26) fatty acid in the cuts of the breast and thigh of chicken. The fatty acid, C16:1, C18:1 , C18:2, C22:5 (DPA), C18:3 e C20:4, they had been found in greater porcentage that the other fatty acid in the cuts of chicken breast (Trat. 0.3%) the percentage acid monoinsaturad oleic, of the family n-9, it presented higher level (2.10g/100g) that the observed in literature. It was concluded that the addition of the natural antioxidant of yerba-mate in the diet of the cut chickens, influenced significantly ($p \leq 0,05$) the profile of fatty acid ones of the chicken meat and provided a reduction in the cholesterol of the meat.

Keywords: fatty acid, cholesterol, natural antioxidant.

1- INTRODUÇÃO

A atual demanda por produtos de melhor qualidade tem revelado grande interesse em modificar a composição lipídica da carne de frango. Os ácidos graxos de cadeia longa, assim como o ácido linolênico e derivados têm sido associados com a redução das doenças coronarianas. As características relacionadas à qualidade da carne vêm apresentando crescente importância, tanto para a indústria processadora como para os consumidores (PARK et al. 2002).

A Carne de frango é considerada mais propensa ao desenvolvimento de oxidação que a carne vermelha por ter um teor mais alto de fosfolipídios (WILSON et al.,1976 apud Olivo, 2006) e porque estes contêm uma quantidade relativamente alta de ácidos graxos poliinsaturados.

Sendo portanto particularmente suscetível à deterioração oxidativa, a qual pode ser acelerada pelo processamento tecnológico anteriores a estocagem, como o corte e o cozimento, os quais rompem as membranas celulares do músculo facilitando a interação dos ácidos graxos insaturados com substâncias pro-oxidantes (TICHIVANGANA & MORRISSEY, 1985; O'NEILL et al. 1998).

Alguns países, como a Suécia e a Alemanha têm estabelecido recomendações para uma ingestão por meio da dieta de ω -6 e ω -3, na razão de 5:1, enquanto o Japão é mais rigoroso e estabelece uma ingestão na razão de ω -6/ ω -3 de 2:1. A Food and Agricultural Organization (FAO) é menos exigente e estabelece uma ingestão de ω -6/ ω -3 na razão de 5-10:1 (FAO,1994; ISSFAL, 2006). As recomendações da razão entre ω -6/ ω -3 sempre causam controvérsias, pois existem na dieta diferentes ácidos graxos representantes das séries ω -3 e ω -6. Assim, alguns órgãos acreditam que ao invés da razão ω -6/ ω -3 , é mais eficiente estabelecer níveis de Ingestão Adequada (IA) para os ácidos graxos individualmente.

A “ International society for the study of fatty acids and lipids” (ISSFAL), estabeleceu uma IA para consumo de diferentes ácidos graxos ω -6 e ω -3. A IA estabelecida para o ácido linoléico é de 4,44g/dia (ou 2% do total de energia ingerida), para o ácido linolênico é de 2,22g/dia (ou 1% do total de energia ingerida), e ainda, para o consumo dos ácidos eicosapentaenóico e docosahexaenóico, de 0,65g/dia (ou 0,3% do total de energia ingerida), (ISSFAL, 2006; SIMOPOULOS, 2000).

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influencia das diferentes concentrações do antioxidante natural, extrato hidro-etanólico de erva mate

(*Ilex paraguariensis* St. Hil), quando adicionado á dieta das aves, sobre o perfil dos ácidos graxos da carne de frango observando os ácidos graxos essenciais e o conteúdo de colesterol da carne.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1- Materiais

Para o experimento a campo foram adquiridos 80 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb, com peso médio inicial de 0,043 kg. O manejo das aves foi o mesmo utilizado rotineiramente, com alimentação *ad libitum* durante todo o período.

As dietas foram isonutritivas para fase inicial (1 a 21 dias de idade), de crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias). As oitenta aves foram separadas em 4 lotes de 20 unidades cada, sendo divididos em (3) três tratamentos e um (1) controle. O desenho experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 níveis de antioxidante 0,3%, 0,5% e 0,7% (v:p), 1 controle, totalizando 4 unidades experimentais. O antioxidante usado foi o extrato hidro-etanólico de erva-mate, elaborado e cedido pela GERMINAL (uma empresa do grupo ISP-International Specialty Products).

2.2- Métodos

2.2.1- Extração e determinação dos lipídios totais

Os lipídios totais foram extraídos com clorofórmio:metanol (2:1), de acordo com BLIGH & DYER, (1959), com as modificações propostas por CHRISTIE, (1982) e SMEDES & THOMASEN, (1996). Alíquotas de 10mL do extrato foram tomadas e os lipídios totais determinados gravimetricamente, segundo o método tradicional do butirômetro de GERBER (LANARA, 1981).

2.2.2- Determinação de colesterol

O colesterol das amostras foi determinado de acordo com MARSIGLIA, et al., (1994). Leitura em espectrofotômetro (625nm). O teor de colesterol foi determinada através de curva padrão construída com concentrações variando de 0,25 a 1,50 mg/mL de solução de colesterol ($y = 0,0425x - 0,0065$ e $R^2 = 0,9941$).

2.2.3- Determinação dos ácidos graxos

A determinação do perfil dos ácidos graxos foi feita através do método de metilação segundo HARTMAN & LAGO, (1973), o qual utiliza NaOH 0,5N em metanol para a saponificação, seguida da esterificação com cloreto de amônia e ácido sulfúrico em metanol, ambas as reações ocorrem sob refluxo. Cromatógrafo gasoso VARIAN modelo 3900, equipado com: injetor split, razão 75:1; coluna capilar CP-SIL 88, 100m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno e contendo 0,20mm de polietilenoglicol; detector por ionização em chama (FID) e uma Workstation com software STAR.

As condições cromatográficas foram: temperatura da coluna programada, temperatura inicial 120°C/5min, elevando-se para 235°C numa escala de 3°C/min, permanecendo nesta temperatura por 20 minutos; gás de arraste, hidrogênio numa vazão de 1mL/min; gás "make-up", nitrogênio a 30mL/min; temperatura do injetor, 270°C; e temperatura do detector, 300°C; volume de injeção: 1µL. Para a identificação dos ácidos graxos, utilizou-se o padrão Supelco IM 37Component FAME Mix (Sigma-Aldrich Co). A quantificação dos ácidos graxos foi realizada por normalização de área. A determinação dos ácidos graxos foi realizada pelo instituto ITAL/SP.

Os resultados da composição em ácidos graxos das amostras de peito e coxa de frango nos diferentes tratamentos dados em % de área, foram submetidos à fórmula de AGi (Ácido Graxo individual) para expressar os resultados em g/100g de amostra para cada um dos ácidos graxos, sendo:

Fórmula:

$$AGi = \frac{\% \text{ área } \times L \times F}{100}$$

Onde:

AGi = ácido graxo individual, expresso em g/100g de amostra;

%área = porcentagem de área dos picos obtidos nos cromatogramas;

L = teor de lipídio da amostra em g/100g;

F = Fator de conversão de HOLLAND et al., (1994) para carne de aves = 0,945

2.2.4- Análise estatística

Com o objetivo de verificar as diferenças nos teores de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos entre os cortes foram realizados pela análise variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância, análise de regressão linear simples e teste de

Tukey (COSTA NETO, 1977). Os programas utilizados foram o *Microsoft Excel for Windows* e sistema estatístico SAS (1997).

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de perfil dos ácidos graxos foram significativos ao nível de 95% ($\alpha=0,05$) a maioria das correlações entre ácidos graxos e os tratamentos é inversamente proporcional, com 84,62% das correlações com coeficiente de certeza acima de 81%. A maior variação para os cortes de peito de frango ocorreu no tratamento com 0,3% (volume:peso, v:p) de antioxidante natural e a menor no tratamento com 0,7% do antioxidante.

Para os cortes de coxa de frango a maior variação ocorreu no tratamento com 0,5% (v:p) e a menor no tratamento com 0,7% (v:p) do antioxidante. O tratamento com 0,7% apresentou efeito mínimo no intervalo estudado, tanto para os cortes de peito de frango como para os cortes de coxa de frango. A *Tabela 1* representa o somatório dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e dos insaturados (monoinsaturados + poliinsaturados) obtidos dos cortes de peito e coxa de frango.

Tabela 1. Totais dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poliinsaturados e insaturados para os corte de peito e coxa de frango.

Ácidos graxos (g/100g)	Tratamentos			
	Controle	Trat. 0,3%	Trat. 0,5%	Trat. 0,7%
Peito de frango				
Total Saturados	0,28	1,87	0,54	0,12
Total Monoinsaturados	0,31	2,45	0,62	0,17
Total Polinsaturados	0,17	1,04	0,37	0,08
Total Insaturados	0,48	3,49	0,98	0,26
Coxa de frango				
Total Saturados	4,38	4,26	2,76	4,15
Total Monoinsaturados	6,61	5,70	3,69	6,10
Total Polinsaturados	3,20	2,32	1,92	2,83
Total Insaturados	9,82	8,02	5,61	8,93

Os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais suscetíveis ao processo oxidativo, havendo uma dependência direta entre o grau de insaturação e a susceptibilidade a oxidação (SOARES, 2002.).

A preocupação com os teores de gordura e/ou colesterol em carne e produtos cárneos, vem sendo demonstrada através de pesquisas recentes realizadas por pesquisadores (BRAGAGNOLO, 1997; BRAGAGNOLO, et al. 1992; FIGUEIREDO, et al., 2000; GALVÃO, 1992).

A *Figura 1* mostra que o tratamento com 0,3% de antioxidante para os cortes de peito de frango foi significativo ao nível de 0,5% ($p \leq 0,05$) apresentando o maior conteúdo de ácidos graxos insaturados que os demais tratamentos, demonstrando o efeito do antioxidante natural de erva mate sobre a oxidação dos ácidos graxos.

Este efeito inibitório também foi observado por MOREIRA e MANCINI-FILHO, (2004) em ensaio biológico onde foi verificado que ocorreu uma diminuição significativa da peroxidação lipídica em todos os tecidos avaliados dos animais que receberam o extrato (chá de mistura de especiarias, mostarda, canela e erva-doce) refletindo-se no perfil lipídico, principalmente, no percentual de incorporação dos ácidos graxos poliinsaturados essenciais.

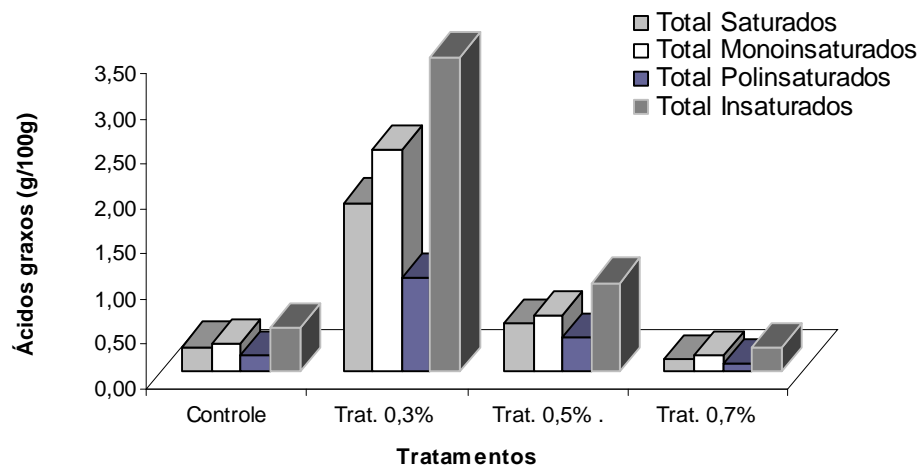


Figura 1. Total dos ácidos graxos saturados e insaturados dos cortes de peito de frango.

Também em estudos feitos por GÓMEZ, (2003), avaliando a influência de dietas suplementadas com semente de linhaça (ricas em ácidos graxos α -linolênico (LNA), w-3) e antioxidantes naturais (orégano e alecrim) sobre o nível de incorporação dos ácidos graxos em ovos e tecidos de aves, observou aumento significativo dos ácidos graxos poliinsaturados α -linolênico e docosahexaenóico (DHA) nas gemas de ovo das aves que receberam 5% de óleo de linhaça nos tratamentos com os antioxidantes de orégano e alecrim em diferentes tempos (10, 20 e 30 dias). Observou uma incorporação significativa dos ácidos LNA e DHA nos tecidos das aves, sendo o fígado o tecido que apresentou a maior concentração destes ácidos graxos. Verificaram a eficácia dos antioxidantes naturais na proteção contra a oxidação lipídica nos tecidos de sobrecoxas, coxa, asa e peito. Considerando que os extratos das especiarias, alecrim e orégano, podem ser utilizados satisfatoriamente para se obter ovos e carnes enriquecidas com w-3, melhorando também a estabilidade lipídica.

Segundo MOSIMANN, (2002) que testou o efeito antioxidante do extrato aquoso de erva mate contra a lipoperoxidação sérica induzida em coelhos para reduzir a progressão da

aterosclerose *in vivo*. Observou que a lipoperoxidação sérica, através de índice de TBARS, foi significativamente inibida pelo extrato aquoso de erva mate, inibindo a lipoperoxidação sérica *in vitro* e diminuindo a progressão da aterosclerose *in vivo*, sem, contudo, diminuir os níveis séricos de colesterol.

Estes resultados indicam o aumento no conteúdo dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 nos cortes de peito de frango no tratamento que recebeu 0,3% (v:p) do antioxidante natural de erva mate (compostos fenólicos), em relação ao grupo controle.

Observando-se assim a ação da erva mate como antioxidante potencial, indicando uma incorporação de ácidos graxos no tecido das aves.

Foram detectados vinte e seis (26) ácidos graxos nos cortes de peito e coxa de frango, sendo os principais C16:0-palmítico, C18:0-esteárico, C20:0-araquídico, C16:1-palmitoléico w7, C18:1trans, C18:1-oléico w9, C20:1-gadoléico, C18:2-linoléico w6, C18:3-linolênico w3, C20:4-araquidônico w6, C22:5-clupanodônico w3 (DPA) e C 22:6-w3 (DHA), listados na *Tabela 2*.

Os valores obtidos de colesterol para os cortes de peito e coxa de frango na *Tabela 2* apresentaram o menor teor de colesterol para o tratamento com 0,3% de antioxidante natural. Houve diferença significativa para os cortes de coxa de frango, nos tratamentos com 0,3% e 0,5% de antioxidante, comparados ou controle.

Os ácidos graxos oléico, linoléico e linolênico presentes na carne de frango são bastante sensíveis à oxidação lipídica e conseqüentemente, a vida de prateleira de carnes e produtos cárneos torna-se limitada pela deterioração das gorduras, e a oxidação dos ácidos graxos insaturados.

Tabela 2. Principais ácidos graxos encontrados nos cortes de peito e coxa de frangos submetidos à dieta com antioxidante natural na ração.

Tratamentos				
	Controle	Trat. 0,3%	Trat. 0,5%	Trat. 0,7%
Ácidos Graxos (g/100g) - Coxa de frango				
C16:0 Palmítico	3,155	3,050	2,028	2,927
C18:0 Esteárico	1,060	1,069	0,620	1,059
C20:0 Araquídico	0,014	0,013	0,007	0,012
C16:1 Palmitoléico w7	0,659	0,642	0,471	0,579
C18:1 trans	0,020	0,021	0,014	0,019
C18:1 Oleico w9	5,742	4,891	3,087	5,221
C20:1 Gadoléico	0,159	0,115	0,096	0,135
C18:2 Linoléico w6	2,970	2,169	1,762	2,612
C18:3 Linolênico w3	0,026	0,026	0,017	0,022
C20:4 Araquidônico w6	0,149	0,094	0,105	0,135
C22:5 (DPA) Docosapentaenóico w3	0,017	0,012	0,013	0,017
C22:6 (DHA) w3	0,012	0,007	0,008	0,017
* Colesterol (mg/100g)	64,27 ^a	48,32 ^b	42,21 ^b	68,59 ^a
Ácidos Graxos (g/100g) - Peito de frango				
C16:0 Palmítico	0,179	1,346	0,360	0,087
C18:0 Esteárico	0,072	0,440	0,138	0,032
C20:0 Araquídico	0,001	0,005	0,002	0,000
C16:1w7 Palmitoléico	0,031	0,271	0,057	0,017
C18:1 trans	0,001	0,008	0,002	0,001
C18:1 oleico w9	0,263	2,108	0,535	0,152
C20:1 Gadoléico	0,006	0,047	0,017	0,004
C18:2 Linoléico w6	0,141	0,969	0,318	0,076
C18:3 Linolênico	0,001	0,006	0,002	0,001
C20:4 w6 Araquidônico	0,022	0,051	0,034	0,004
C20:5 w3 (EPA) Timnodônico	0,001	0,000	0,001	0,000
C22:5 w3 (DPA) Docosapentaenóico	0,003	0,005	0,005	0,001
C22:6 w3 (DHA)	0,002	0,000	0,002	0,000
* Colesterol (mg/100g)	45,06 ^{ab}	32,17 ^c	40,94 ^b	52,9 ^a

* Valores com a mesma letra na mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si.

Os ácidos graxos C16:1 - palmitoléico w7, C18:1-oléico w9 , C18:2-linoléico w6, C22:5-clupanodônico w3 (DPA), C18:3-linolênico w3 e C20:4-araquidônico w 6 foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos nos cortes de peito de frango do tratamento com 0,3% do antioxidante, apresentados nas *Figuras 2 e 3*.

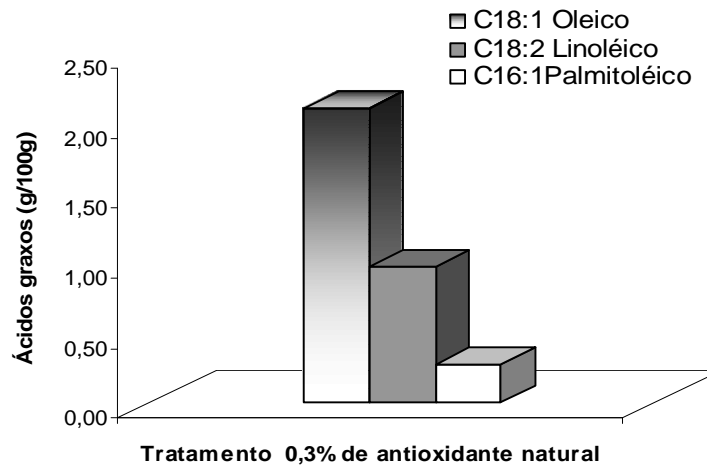


Figura 2. Ácidos graxos oléico, linoléico e palmitoléico encontrados nos cortes de peito de frango tratamento com 0,3% do antioxidante natural de erva mate.

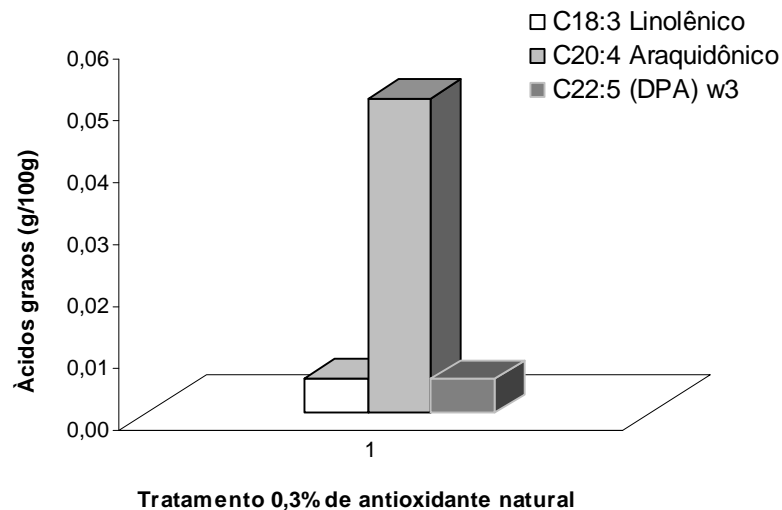


Figura 3. Ácidos graxos linolênico, araquidônico e DPH ômega 3 encontrados nos cortes de peito de frango, tratamento com 0,3% de antioxidante natural.

No presente estudo o percentual do ácido monoinsaturado oléico, da família ômega-9, apresentou teores mais elevados (2,10g/100g) que os encontrados por NEPA-UNICAMP, (2004). O ácido oléico tem sido apontado como hipolipidêmico, reduzindo o colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (LDL),

O ácido linolênico é importante na modulação do metabolismo do ácido araquidônico, o aumento da sua quantidade nas dietas é benéfico pois eleva a concentração dos ácidos eicosapentaenóico-EPA e docosaexaenóico-DHA, sendo este último indispensável ao funcionamento cerebral (SIMOPOULOS, 1991; SIMOPOULOS et al.,1999)

4-CONCLUSÕES

A adição do antioxidante natural de erva mate na dieta dos frangos de corte, influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o teor de colesterol das amostras, proporcionando uma diminuição do colesterol na carne de frango. Os resultados de colesterol para os cortes de peito de frango variaram de 32,17mg/100g a 52,90mg/100g, e de 42,21mg/100g a 68,50mg/100g para os cortes de coxa de frango. Os ácidos graxos C 16:1-palmitoléico, C18:1-oléico ômega-9 , C18:2-linoléico, C22:5 (DPA)-clupanodônico ômega-3, C18:3-linolênico e C20:4-araquidônico, foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos para os cortes de peito de frango.

O tratamento com 0,3% do antioxidante natural para os cortes de peito de frango foram significativo ao nível de 0,5% ($p \leq 0,05$) apresentando o maior conteúdo de ácidos graxos insaturados, ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e teores mais elevados do ácido monoinsaturado oléico , da família ômega-9 (2,10 g/100g), indicando o efeito protetor do antioxidante natural usado nesta pesquisa, sobre a oxidação dos ácidos graxos. O ácido oléico tem sido apontado como hipolipidêmico, reduzindo o colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (LDL).

5-REFERENCIAS

ARAÚJO, M.A.J. Química dos alimentos-Teoria e prática. 3.ed.rev. ampl. - Viçosa: UFV,. p. 478, 2004.

BAGGIO,S.R., BRAGAGNOLO,N., Validação da metodologia para determinação simultânea, por CLAE, de colesterol e óxidos de colesterol em produtos carnes processados.**Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24 (1): 064-070, jan.-mar. 2004.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. V.37, n.8, p.911-917, 1959.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Otimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.17, nº 3, Campinas, set.-dez. 1997.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Ver. Farm. Bioquím.** v.2, p.122-131, 1992.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Ver. Farm. Bioquím.** v.2, p.122-131, 1992.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22 (1): 98-1043, jan.-abr. 2002.

CHRISTIE, W.W. **Lipid analysis**. Oxford: Pergamon Press. Chromatographic and spectroscopic analysis of lipids: general pinciples. cap. 3, p.25-49,1982.

COSTA NETO, P.L.O. Estatística. São Paulo: Edgard Blücher, p.264,1977.

DURÁN, R.M.; PADILLA, R.B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grassas y aceites*, 44(2):101-106, 1993.

FOLCH, J., LEES, M.; STANLY, G.H.S. A Simple Method for the Isolation and Purification of lipids from Animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**,v. 226, n. 1, p. 497-509, may. 1957.

Food and Agricultural organization. *Fast and oils in human nutrition*. Roma: FAO; 1994. Disponível em : <<http://www.fao.org> >. Acesso em: 14 fev. 2006.

GALVÃO, M.T.E.L. Utilização da carne de frango e de carne mecanicamente separada em produtos cárneos. In: **Industrialização da carne de frango**. CTC-ITAL.Campinas, p. 41-51, 1992.

GAVILÁN, O.M.,ROMERO,C.,SUSO,J.L. Análisis de vinos y mostos. Zaragoza. Editorial Acribia.p.96-97, 1974.

GÓMEZ, M.E.D.B., Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. **Tese de Doutorado**, Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos- área de bromatologia. São Paulo, 2003.

HARTMAN L, LAGO R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Lab Prate*, v.22, p.475-477, 1973.

HOLLAND, B. et al. In: **The Composition of Food**. Mc Cance and Widdowson's, Cambridge, UK, p. 8-9,1994

HOOD,R.L. A note of the cholesterol content]of beef rib steaks. **CSIRO Food Reserach Q**, v. 47, p. 44-46, 1987.

International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults 2006. Disponível em: <<http://www.issfal.org.uk>>. Acesso em: 12 jan. 2006.

KARKALAS, J., DONALD.A.E., CLEGG.K.M. Cholesterol content of poultry meat and cheese determined by enzymes and gás liquid choromatography methods. **Journal of Food Technology**. v.17, p. 281. 1982.

LANARA. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II - Métodos físicos e químicos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

MADRUGA, M.S., FIQUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., LIMA, F.M.S. Teores de colesterol de lingüiças de frango “light” e tradicionais submetidas a diferentes condições de estocagem. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas. 24 (4): 527-531. out.-dez. 2004.

MARSIGLIA, D.A.P. Colesterol: modificações da metodologia oficial do Instituto Adolfo Lutz. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.51-54, 1994.

MELO, E. A., GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, 36(1):1-11, 2002.

MELO, E.A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA,N.B.; MACIEL, G. R., Antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23 (Supl): 195-199, dez. 2003.

MENDES,A.A., MOREIRA, J., GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo/SP, v. 13, n. 13, p. 138-144, 2003.

MORAES. M.C.S., BARROSO. M.A.T., ZAPATA. J.F., FUENTES.M.F. Estudo comparativo da gordura de capote, galinha caipira e frango de granja. **Boletim da SBCTA**. v. 21, n.1, p. 15-24, 1987.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J.;Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev.Nutr.**, Campinas, 17(4);411-424, out./dez.,2004.

MOSIMANN, A.L.P., SILVA. E.L. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* (erva mate) na peroxidação lipídica e na aterosclerose experimental em coelhos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Farmácia. p. 82, Florianópolis, 2002.

NEPA- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentos- UNICAMP/ Campinas, p.42, 2004.

O'NEILL, L.M. et al., Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary α -tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry. **Meat Science**, v.50, p. 479-488, 1998.

OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M. Carnes no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: p. 155, 2001.

OLIVO, RUBISON. Alterações oxidativas em produtos cárneos. Globalfood Sistemas, Ingredientes e tecnologia para Alimentos Ltda, p.9, 2005.

OLIVO, RUBISON. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC, Ed. do Autor, p.678, 2006.

SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 54, p. 438-463, 1991.

SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127-130, 1999.

SIMOPOULOS, A.P. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA – human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry. Sci.**, 79, 961-970, 2000.

SMEDES, F. THOMASEN T.K. Evaluation of the Bligh and Dyer lipid determination method. **Marine Pollution Bulletin**, v.32, n.8/9, p. 681-688, 1996.

SOARES, S.E., Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Ver. Nutr.** v.15 n.1 Campinas, jan.2002

TCHIVANGANA, J.Z. & MORRISSEY, P.A. Metmyoglobin and inorganic metals as prooxidants in raw and cooked muscle systems. **Meat Science**. v.15, p.107-116, 1985.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo. Editora Unisinos. 1998. 216p.

TERRA, N.N.; BRUM, M.A.R. **Carne e seus derivados- técnicas de controle de qualidade**. São Paulo. Ed. Nobel. 1988. 121p.

5- DISCUSSÃO GERAL

A carne é um dos alimentos mais importantes na dieta humana, não apenas como fonte de proteína de alta qualidade, mas também de minerais e todas as vitaminas do complexo B. A obtenção de produtos cárneos funcionais é uma tendência atual, que poderá aumentar o interesse na busca de inovações, para os produtos cárneos.

Através das análises realizadas na carne de frangos submetidos a uma dieta com antioxidante natural na ração, observou-se que o teor de colesterol nos cortes de peito variou de 32,17 a 52,90 mg/100g de carne, e de 42,21 a 68,59 mg/100g de carne nos cortes de coxa. O tratamento com 0,3% (volume:peso, v:p) de antioxidante natural para o peito de frango diferiu significativamente dos demais tratamentos, obtendo o menor colesterol. Outros autores como BRAGAGNOLO et al., (1992) encontraram para peito de frango (48 a 79mg/100g), e para carne escura (55 a 98mg/100g), também reportada por KARKALAS, DONALD & CLEGG, (1992) para carne branca (67mg/100g), carne escura (90mg/100g) e por ARAÚJO (2004) para peito de frango (58 a 67mg/100g) e coxa (83 a 148mg/100g) e MORAES et al., (1987) que encontraram valores mais baixos para carne branca (27,54mg/100g) e escura (44,98mg/100g).

Os valores obtidos de lipídios e colesterol dos cortes de peito de frango apresentaram uma relação curvilínea. Segundo BRAGAGNOLO et al. (2002), quando a quantidade dos lipídios do músculo é baixa, a concentração de colesterol é alta. Resultados semelhantes foram obtidos em carne bovina por HOOD (1987), que concluiu que os lipídios das membranas funcionais contêm maior concentração de colesterol que os lipídios do tecido adiposo intramuscular. No entanto os teores de gordura das aves podem variar com a idade, dieta e outros fatores, e acredita-se que os resultados encontrados estejam relacionados com a ação *in vivo* do antioxidante natural de erva mate e seus compostos fenólicos (antioxidantes primários).

Os compostos fenólicos de origem vegetal, agem como aceptores de radicais livres, interrompendo a reação em cadeia provocada por estes, além de atuarem também nos

processos oxidativos catalizados por metais, tanto *in vitro*, como *in vivo* (HO, 1992; HUANG e FERRARO, 1994; NAKATANI, 1992; PRATT, 1992; HO et al., 1994; DONNELLY E ROBINSON, 1995; CINTRA e MANCINI FILHO, 1996; WILLIAMSON et al., 1998, SOARES, 2002).

A determinação do total de fenóis presentes nas concentrações de 0,3%, 0,5% e 0,7% de antioxidante, foi determinada a partir da solução padrão de catequinas. A equação da curva padrão de catequinas é $y = 0,095x - 0,1329$, onde x representa a concentração de fenóis totais correspondente a catequinas e y representa a absorbância. A concentração dos fenóis totais correspondentes as catequinas das amostras foram de 19,82 g/ml de catequinas para a concentração de 0,7% do extrato hidro-etanólico de erva mate, seguidos pelos tratamentos 0,5% e 0,3% com 7,71 e 5,29 g/ml de catequinas.

A atividade antioxidante destas concentrações determinada em relação à porcentagem de inibição da oxidação, no teste da oxidação acelerada em banha. Observou-se que a porcentagem de inibição do extrato a 0,3%, 0,5% e 0,7% foram significativamente diferentes quanto à proteção contra a oxidação lipídica.

Comparando estes resultados com os referidos por diferentes autores, constata-se que, na maioria dos casos, a intensidade deste efeito é diferenciada SALDANHA, (2005).

Segundo MOSIMANN, (2002) ao testar o efeito antioxidante do extrato aquoso de erva mate contra a lipoperoxidação sérica induzida em coelhos para reduzir a progressão da aterosclerose *in vivo*, observou que a lipoperoxidação sérica, avaliada através de índice de TBARS, foi significativamente inibida pelo extrato aquoso de erva mate, inibindo a lipoperoxidação sérica *in vitro* e diminuindo a progressão da aterosclerose *in vivo*, sem, contudo, diminuir os níveis séricos de colesterol.

Pesquisas realizadas por MOREIRA & MANCINI-FILHO (2004) chamam a atenção para várias pesquisas com substâncias fenólicas de plantas que tinham sido ignoradas até o estudo de HERTOG et al., (1993) que inferia que a causa de doenças crônico-degenerativas, como aterosclerose e câncer, podem ser resultado de uma série de alterações em alimentos e organismos vivos desencadeadas pelo processo oxidativo.

Também em estudos feitos por GÓMEZ, (2003), avaliando a influência de dietas suplementadas com semente de linhaça (ricas em ácidos graxos α -linolênico (LNA), w-3) e antioxidantes naturais (orégano e alecrim) sobre o nível de incorporação dos ácidos graxos em ovos e tecidos de aves, observou aumento significativo dos ácidos graxos poliinsaturados α -linolênico e docosahexaenóico (DHA) nas gemas de ovo das aves que receberam 5% de óleo de linhaça nos tratamentos com os antioxidantes de orégano e alecrim em diferentes tempos (10, 20 e 30 dias).

Observou uma incorporação significativa dos ácidos LNA e DHA nos tecidos das aves, sendo o fígado o tecido que apresentou a maior concentração destes ácidos graxos. Verificaram a eficácia dos antioxidantes naturais na proteção contra a oxidação lipídica nos tecidos de sobrecoxas, coxa, asa e peito. Considerando que os extratos das especiarias, alecrim e orégano, podem ser utilizados satisfatoriamente para se obter ovos e carnes enriquecidas com w-3, melhorando também a estabilidade lipídica.

Uma hipótese para este feito poderia ser reportada a incorporação do ácido graxo linolênico no fígado de aves estudado por demais pesquisadores e aos resultados obtidos na redução do colesterol. O colesterol é sintetizado no fígado por meio de uma série de reações, a alteração da composição qualitativa dos ácidos graxos no fígado destas aves poderia influenciar no mecanismo de formação do mesmo, resultando na redução dos níveis de colesterol da carne.

Neste contexto, antioxidantes naturais, tais como os compostos fenólicos de plantas, podem atuar na inibição da oxidação e tornar-se um aliado na incorporação de fontes alternativas de w-3 nas carnes.

Também a estabilidade ao armazenamento sob refrigeração e congelamento dos cortes de peito e coxa de frango foram avaliada neste estudo através do índice de TBA e pH das amostras.

Os resultados de pH das amostras sob refrigeração durante o período de 21 dias, foram significativas ($p \leq 0,05$) para os corte de peito do tratamento com 0,3%(v:p) de antioxidante, com valores entre 5,47 a 6,52 e o menor valor de pH 5,82. Valor que se mantêm dentro dos padrões normais para peito de frango, que são de pH entre 5, 7 e 5,9 (OLIVO, 2006 ; BERAQUET, 2000). Os resultados de pH para os cortes de Coxa de frango também se mostraram significativos ($p \leq 0,05$), para o tratamento com 0,3% de antioxidante, sendo que este manteve o pH menor que o controle até o 16º dia de armazenamento.

Segundo a literatura os valores normais para coxa de frango são de pH entre 6,4 e 6,7 e para carne de peito e coxa de frangos valores de 5,94 e 6,10, respectivamente OLIVO (2006), KONDAIAH & PANDA (1987). Para carne de sobrecoxa desossada manualmente um pH de 5,8 a 6,2 (BERAQUET, 2000). Os resultados de pH para os cortes de coxa de frango mantiveram-se em média dentro dos valores normais recomendados pela literatura.

Observa-se que os valores de TBARS dos cortes refrigerados sofreram aumento considerável durante o armazenamento. Os valores médios de TBARS, para os cortes de peito variaram de 0,117 a 1,053mg de malonaldeído/kg, os cortes, de coxa variaram de 0,078 a 0,780 mg de malonaldeído/kg ao final dos 21 dias sob refrigeração.

Segundo BARRETO et al., (2003) que testou através de um modelo empírico o comportamento dos antioxidantes naturais (ácido fítico e α -tocoferol) durante a fase de indução da oxidação lipídica da carne de frango sob refrigeração, através do índice de TBARS/kg, obteve a melhor resposta para as amostras armazenadas por 96 horas a 4°C. A refrigeração com a ajuda dos antioxidantes naturais diminuem a velocidade da oxidação lipídica, assumindo um papel importante na conservação dos alimentos.

Resultados semelhantes sobre a eficiência do uso de diferentes antioxidantes (naturais e artificiais) no retardamento da oxidação lipídica em carnes e derivados de frango foram relatados na literatura por NUNES et al., (2003), MENDES, (1999), FIGUEIREDO, (2000).

Do mesmo modo os resultados de pH para os cortes de peito de frango, armazenadas sob congelamento a -18°C, variaram de 5,83 a 6,15 nos primeiros 15 dias, e de 5,63 a 6,24 no último mês de armazenamento. O pH médio para cada tratamento foi de 5,95 (controle), 5,66 (trat. 0,3%), 5,80 (trat. 0,5%) e 5,81 (trat. 0,7%), o tratamento com 0,3% de antioxidante natural foi estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$), mantendo-se baixo durante o período de armazenamento.

Os resultados de pH para os cortes de coxa de frango, variaram de 6,19 a 6,76 após os primeiros 15 dias, e de 6,03 a 6,29 no último mês de armazenamento. O tratamento com 0,3% (v:p) de antioxidante também foi estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$) cujos valores médios de pH mantiveram-se abaixo dos demais tratamentos.

Observou-se que os resultados de TBARS para os cortes de peito e coxa de frangos armazenados sob congelamento, mantiveram o processo de deterioração oxidativa controlada durante o período de armazenamento, atingindo valores máximos de 0,858 mg de malonaldeído/kg aos 75 dias de congelamento.

O tratamento com 0,3% de antioxidante natural obteve diferença significativa entre os valores de TBARS, indicando maior estabilidade oxidativa até dois meses de congelamento, após este período os valores de TBARS variaram entre 0,429 e 0,780 mg de malonaldeído/kg.

Estudos realizados por TANG, et al., (2001), que também avaliando o efeito de antioxidantes naturais na conservação da carne de frango, testou o chá de catequinas na oxidação lipídica da carne de frango armazenada sob congelamento durante 9 meses, observou redução significativa durante o congelamento e a refrigeração. O chá de catequinas (200mg) foi igualmente eficaz em potencial antioxidante quanto à vitamina E (200mg), por até 3 meses de congelamento. Para o armazenamento sob congelamento de 6 até 9 meses foi requerido um aumento da concentração do chá de catequinas para 300mg para se equivaler à vitamina E.

SOUZA, (2006) avaliou a ação de extratos (aquoso e purificado) obtidos da casca da batata inglesa como antioxidantes em cortes de frango, durante 8 meses sob congelamento, os extratos antioxidantes foram efetivos no controle da oxidação lipídica, a qualidade sensorial do produto não foi afetada na incorporação do extrato purificado, entretanto, no extrato aquoso, houve uma redução nos valores quanto ao sabor da carne.

Os estudos realizados com antioxidantes naturais na conservação da carne de frango, têm demonstrado efeito potencial sobre a conservação da carne, proporcionando um relativo aumentando na vida-de prateleira.

Foram realizadas três análises sensorias durante o período de 21 dias sob refrigeração, utilizando-se o teste de aceitabilidade, escala hedônica de 1 a 9. Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o atributo COR nos cortes de coxa de frango, com notas variando de 1 a 4 (desgostei muitíssimo a não gostei). As amostras de peito e coxa de frangos avaliadas cruas, quanto à cor e odor apresentaram diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$) para o tratamento com 0,5% de antioxidante no que se refere ao odor dos cortes, obtendo nota 3,5, baixa aceitabilidade pelos provadores.

Os resultados de perfil dos ácidos graxos foram significativos ao nível de 95% ($\alpha=0,05$) a maioria das correlações entre ácidos graxos e os tratamentos é inversamente proporcional, com 84,62% das correlações com coeficiente de certeza acima de 81%. A maior variação para os cortes de peito de frango ocorreu no tratamento com 0,3% de antioxidante natural e a menor no tratamento com 0,7% do antioxidante.

Para os cortes de coxa de frango a maior variação ocorreu no tratamento com 0,5% e a menor no tratamento com 0,7% do antioxidante. O tratamento com 0,7% apresentou efeito mínimo no intervalo estudado, tanto para os cortes de peito e de coxa de frangos.

Os ácidos graxos insaturados são as estruturas mais suscetíveis ao processo oxidativo, havendo uma dependência direta entre o grau de insaturação e a susceptibilidade a oxidação (SOARES, 2002). A preocupação com os teores de gordura e/ou colesterol em carne e produtos cárneos, vem sendo demonstrada através de pesquisas recentes realizadas por pesquisadores (BRAGAGNOLO,1997; BRAGAGNOLO, et al.,1992; FIGUEIREDO, et al., 2000 ; GALVÃO, 1992).

O tratamento com 0,3% de antioxidante para os cortes de peito de frango foi significativo ao nível de 0,5% ($p \leq 0,05$) apresentando o maior conteúdo de ácidos graxos insaturados que os demais tratamentos, demonstrando o efeito do antioxidante natural de erva mate sobre a oxidação dos ácidos graxos.

Estes resultados indicam o aumento no conteúdo dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 nos cortes de peito de frango no tratamento que recebeu 0,3% do antioxidante

natural de erva mate (compostos fenólicos), em relação ao grupo controle. Observando-se assim a ação da erva mate como antioxidante potencial, indicando uma incorporação de ácidos graxos no tecido das aves.

Foram detectados vinte e seis (26) ácidos graxos nos cortes de peito e coxa de frango, sendo os principais C16:0-palmítico, C18:0-esteárico, C20:0-araquídico, C16:1-palmitoléico w7, C18:1trans, C18:1-oléico w9, C20:1-gadoléico, C18:2-linoléico w6, C18:3-linolênico w3, C20:4-araquidônico w6, C22:5-clupanodônico w3 (DPA) e C22:6-w3 (DHA).

Os ácidos graxos oléico, linoléico e linolênico presentes na carne de frango são bastante sensíveis à oxidação lipídica e conseqüentemente, a vida de prateleira de carnes e produtos cárneos torna-se limitada pela deterioração das gorduras, por oxidação dos ácidos graxos insaturados. Os ácidos graxos C16:1 - palmitoléico w7, C18:1-oléico w9, C18:2-linoléico w6, C22:5-clupanodônico w3 (DPA), C18:3-linolênico w3 e C20:4-araquidônico w6 foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos nos cortes de peito de frango do tratamento com 0,3% do antioxidante.

No presente estudo o percentual do ácido monoinsaturado oléico, da família ômega-9, apresentou teores mais elevados (2,10g/100g) que os encontrados por NEPA-UNICAMP, (2004). O ácido oléico tem sido apontado como hipolipidêmico, reduzindo o colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (LDL). O ácido linolênico é importante na modulação do metabolismo do ácido araquidônico, o aumento da sua quantidade nas dietas é benéfico pois eleva a concentração dos ácidos eicosapentaenóico-EPA e docosaenaenóico-DHA, sendo este último indispensável ao funcionamento cerebral (SIMOPOULOS, 1989).

Desta forma, percebe-se que a utilização de antioxidante natural na dieta de frangos de corte, além de proporcionar a redução do colesterol da carne, possibilita benefícios e proteção à saúde humana devido à conservação de ácidos graxos importantes na carne. A viabilização deste processo poderá vir a ser uma alternativa para a avicultura de corte na obtenção de produtos cárneos com benefícios à saúde humana.

6- CONCLUSÃO GERAL

As determinações realizadas na carne de frango permitiram a obtenção de resultados importante quanto ao comportamento do antioxidante natural *in vivo*.

A utilização do antioxidante natural proporcionou uma diminuição na velocidade da oxidação lipídica, durante o período de armazenamento e refrigeração dos cortes de frango.

As médias das notas atribuídas à cor, odor, sabor, textura e aceitabilidade dos cortes de peito e coxa de frango assados, durante o período de armazenamento sob refrigeração variaram entre 7,0 e 8,0, não houve diferença significativa entre os tratamentos, demonstrando uma ótima aceitabilidade para os cortes de frango.

A concentração do antioxidante hidro-etanólico de erva mate influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) o teor de colesterol das amostras, proporcionando uma diminuição do colesterol na carne de frango, sendo este efeito mais efetivo para os cortes de peito de frango.

O efeito biológico do antioxidante natural de erva mate foi evidenciado quando se obteve valores de atividade antioxidante baixos e contrariamente foi obtida uma resposta positiva na diminuição do colesterol das amostras, sugerindo o efeito antioxidante dos compostos fenóis identificados no extrato hidro-etanólico de erva mate sobre o mecanismo de formação do colesterol *in vivo*.

A proteção à oxidação dos ácidos graxos foi efetiva, sendo que os ácidos graxos C16: 1-palmitoléico, C18: 1-oléico ômega-9, C18: 2-linoléico, C22: 5 (DPA)-docosapentaenóico ômega-3, C18:3-linolênico e C20:4-araquidônico, foram encontrados em maior porcentagem que os demais ácidos graxos.

O conteúdo de ácidos graxos insaturados, ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 e teores mais elevados do ácido monoinsaturado oléico, da família ômega-9, revela o efeito do antioxidante natural usado nesta pesquisa, sobre a oxidação dos ácidos graxos. Assim sendo, a utilização do antioxidante natural torna-se viável pois à medida que se define a dieta das aves, o perfil dos ácidos graxos é mantido.

Desta forma é possível propor a utilização do antioxidante natural de erva mate, com a finalidade de obter carnes e produtos cárneos com propriedades funcionais importantes para a saúde humana.

Sendo de extrema importância mais estudos da ação destas substâncias *in vivo*, quanto a sua absorção e biodisponibilidade, atividade de proteção contra os radicais livres e doenças associadas.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, M.R.; MOSS, M.O. Microbiologia de los Alimentos. España, Acribia, 464 p., 1997.
- ALMEIDA, J.C.; PERASSOLO, M.S.; CAMARGO, J.L.; BRAGAGNOLO, N.; GROSS, J.L. Fatty acid composition and cholesterol content of beef and chicken meat in southern Brazil. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.* V. 42 (1), p.109-117, jan.-mar. 2006.
- ALMEIDA, I.C.L.; MENDES, A.A.; GARCIA, R.G.; TAKITA, T.S.; MOREIRA, J.; GARCIA, E.A. Efeito do nível de lisina da dieta e do sexo sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.1, p.11-18, 2002.
- ARAÚJO, M.A.J. Química dos alimentos-Teoria e prática. 2.ed. - Viçosa: UFV, 416p. 1999.
- ARAÚJO, M.A.J. Química dos alimentos-Teoria e prática. 3.ed.rev. ampl. - Viçosa: UFV, p. 478, 2004.
- BAGGIO, S.R., BRAGAGNOLO, N., Validação da metodologia para determinação simultânea, por CLAE, de colesterol e óxidos de colesterol em produtos cárneos processados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24 (1): 064-070, jan.-mar. 2004.
- BARRETO, A.C.S., IDA, E.I., SILVA, R.S.F., TORRES, E.A.F.S., SHIMOKOMAKI, M. Empirical models for describing poultry meat lipid oxidation inhibition by natural antioxidants. **Journal of Food Comp. And Analysis**, v. 16, p. 587-594, jan. 2003.
- BERAQUET, N. J. . Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas/SP, v. 1, n. 3, p. 155-166, 1999.
- BERAQUET, N. J. ; BRESSAN, M. C. ; LEMOS, A. L. S. C. . Características de qualidade de carne de peito de frango utilizando a análise de componente principal. **Bol. SBCTA**, v. 35, p. 74-84, 2001.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**. V.37, n.8, p.911-917, 1959.
- BOBBIO, P. A. BOBBIO, F.O. Química do processamento de alimentos. Ed. Varela, 2ªed. 1992.
- BORA, K., MIGUEL, O.G., ANDRADE, C.A., OLIVEIRA, A.O.T. Determinação da concentração e do potencial antioxidante das diferentes frações do extrato de folhas de

Dicksonia sellowiana, (Presl.) Hook, Dicksoniaceae. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.6, n.2, Jul.- Dez./2005.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Otimização da determinação de colesterol por CLAE e teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em camarão rosa (*Penaeus brasiliensis*). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.17, nº 3, Campinas, set.-dez. 1997.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Ver. Farm. Bioquím.** v.2, p.122-131, 1992.

BRAGAGNOLO, N., RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 22 (1): 98-1043, jan.-abr. 2002.

BRUM, A.A.S. **Métodos de extração e qualidade da fração lipídica**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo/SP 2004.

CANTERLE, L.P. **Erva Mate e atividade antioxidante**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, p.80, 2005.

CASTRO, A.G. *A Química e a reologia no processamento dos alimentos*. 295 p., 2002.

CHIPAULT, J.R.; MIZUN, G.K.; HAWKINS, J.M.; LUNDBERG, W.O. The antioxidant properties of natural spices. **Food Res.**, v.17, p.46-55, 1952.

CHRISTIE, W.W. **Lipid analysis**. Oxford: Pergamon Press. Chromatographic and spectroscopic analysis of lipids: general principles. cap. 3, p.25-49, 1982.

CINTRA, R. M. G. C. ; MANCINI-FILHO, J. Efeito antioxidante de especiarias: avaliação e comparação de métodos in vitro e in vivo. *Nutrire: Rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.*, São Paulo, v. 22, p. 49-62, 2001.

COSTA NETO, P.L.O. *Estatística*. São Paulo: Edgard Blücher, p. 264, 1977.

DAWSON, L.E. & GARTNER, R. Lipid oxidation in mechanically deboned poultry. **Food Technology**. V.37, n.7, p. 112-116, 1983.

DONNELLY, J.K., ROBINSON, D.S. Invited review. Free radical in foods. **Free radical Research**, Yverdon, v.22, n.2, p. 101-106, 1995.

DURÁN, R.M.; PADILLA, R.B. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos. *Grassas y aceites*, 44(2):101-106, 1993.

DUTCOSKI, S.D. *Análise sensorial de Alimentos*. Editora Universitária Champagnat, Curitiba, p.123, 1996.

FIGUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., MADRUGA, M.S. Efeito de antioxidante na vida-de-prateleira de lingüiça de frango “light” e “tradicional” armazenadas sob refrigeração. XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. v.3 Resumo. p.11-26, Fortaleza,2000.

FOLCH, J., LEES, M.; STANLY, G.H.S. A Simple Method for the Isolation and Purification of lipids from Animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**,v. 226, n. 1, p. 497-509, may. 1957.

Food and Agricultural organization. *Fast and oils in human nutrition*. Roma: FAO; 1994. Disponível em : <<http://www.fao.org> >. Acesso em: 14 fev. 2006.

FRANKEL, E.N. Antioxidants in lipid foods and their impacto on food quality. **Food Chemistry**. V.57, p.51-55, 1996.

FURTADO, A. S. ; FRIES, L. L. M. ; CAMPAGNOL, P. C B ; URNAU, D. PEREIRA, K. N. ;MILANI, L. I. G ; TERRA, N. N. Ação Sinérgica de antioxidantes naturais em lingüiça. In: 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas., 2005. v. CD.

GALVÃO, M.T.E.L. Utilização da carne de frango e de carne mecanicamente separada em produtos cárneos. In: **Industrialização da carne de frango**. CTC-ITAL.Campinas, p. 41-51, 1992.

GALVIN, K.; MORRISEY,P.A. E BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidised sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v.38, p. 499-504, 1997.

GAVILÁN, O.M.,ROMERO,C.,SUSO,J.L. Análisis de vinos y mostos. Zaragoza. Editorial Acribia.p.96-97, 1974.

GAYA,L.G.;FERRAZ,J.B.S. Aspectos genético-qualitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.1., p.349-356, jan.-fev., 2006.

GÓMEZ, M.E.D.B., Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa. **Tese de**

Doutorado, Faculdade de Ciências Farmacêuticas- Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos- área de bromatologia. São Paulo, 2003.

GRAU, A. et al., Measurement of 2-thiobarbituric acid values in dark chicken meat through derivative spectrophotometry: influence of various parameters. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. V.48, p. 1155-1159, 2000.

GRAY, J.L.; GOMAA, E.A.;BUCKLEY, D.J. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, v.43, p. S111-S113, 1996.

GUERRA, N.B. Ação antioxidante de algumas especiarias em diferentes atividades de água.**Mestrado**, Faculdade de Farmácia, Universidade de São Paulo-USP, p.62, 1975.

GUGLIUCCI, A. Antioxidant effects of *Ilex paragrariensis*: induction of decreased oxidability of human LDL in vivo. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.224, p. 338-344, 1996.

GUGLIUCCI,A.; MENINI, T. The botanical extracts of *Achyrocline satureoides* and *Ilex paraguariensis* prevent methylglyoxal-induced inhibition of plasminogen and antithrombin III. **Life Sciences**, v.72, p.279-292, 2003.

GUGLIUCCI,A.;STAHL, A.J. Low density lipoprotein oxidation is inhibited by extracts of *Ilex paraguariensis*. **Biochem Mol Biol Int**, v.35, p.47-56, 1995.

HARTMAN L, LAGO R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. *Lab Pratic*, v.22, p.475-477, 1973.

HO, C.T. Phenolic compounds in food-na overview. In: HO, C.T., LEE, C.Y., HUANG, M.T. Phenolic compounds in food and their effects on health. Washington: American Chemical Society,. p.2-7,1992.

HO, C.T., FERRARO, T., CHEN,Q., ROSEN, R.T., HUANG, T.M. Phytochemicals in teas and Rosemary and their câncer-preventive properties. In: HO, C.T., OSAWA, T., HUANG,T.M., ROSEN, R.T. Food phytochemicals for cancer prevention. Washington: American Chemical Society,. p. 2-19, 1994.

HOLLAND, B. et al. In: **The Composition of Food**. Mc Cance and Widdowson's, Cambridge, UK, p. 8-9,1994.

HOOD,R.L. A note of the cholesterol content]of beef rib steaks. **CSIRO Food Reserach Q**, v. 47, p. 44-46, 1987.

HUANG, M.T., FERRARO, T. Câncer chemoprevention by phytochemicals in fruits and vegetables: na overview. Food phytochemicals for cancer prevention. Washington: American chemical Society, p. 2-16,1994.

International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids (ISSFAL) Recommendations for intake of polyunsaturated fatty acids in healthy adults 2006. Disponível em: <<http://www.issfal.org.uk>>. Acesso em: 12 jan. 2006.

KAHL, R.& HILDEBRANDT, A.G. Methodology for studying antioxidant activity and mechanisms of action of antioxidants. **Food Chemical Toxixology**, v.24, n.10/11, p.1007-1014, 1986.

KARKALAS, J., DONALD.A.E., CLEGG.K.M. Cholesterol content of poultry meat and cheese determined by enzymes and gás liquid choromatography methods. **Journal of Food Technology**. v.17, p. 281. 1982.

KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Aantioxidant effects of some ginger constituents. **J. Food Sci.**, v.58, p.1407-1410, 1993.

KIKUZAKI, H.; NAKATANI, N. Structure of a new antioxidative phenolic acid from orégano (*Origanum vulgare* L.). **Agric. Biol. Chem.**, v.53, p. 519-522, 1989.

KRING,U & BERGER, R.G. Antioxidant activity of some roasted foods. **Food Chemistry**. V.72, p.223-229, 2001.

LANARA. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II - Métodos físicos e químicos. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981.

LEE, Y; HOWARD, L.R.; VILLALON,B. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annum*) cultivars. **J. Food Sci.**, v.60, p.473-476, 1995.

LEHNINGER A.L.; NELSON, D.L. COX. M.M. **Principles of biochemistry**, 2ªed. New York: Marcel Dekker, p.226-319, 1996.

LIN, C.F.; ASGHAR, A.; GRAY, J.L.; BUCKLEY, D.L.;BOOREN, A.M.;CRACKEL,R.L. EFLEGAL, C.J. Effects of oxidised dietary oil and antioxidant supplementation on broiler growth meat stability. **British Poultry Science**, v.30, p. 855-864, 1989.

LINKO Y-Y, HAYAKAWA,K. Docohexanoic acid: a valuable nutraceutical. **Trends Food Sci Technol**, v.7, p. 59-63, 1996.

MADRUGA, M.S., FIQUEIREDO, M.J., NUNES, M.L., LIMA, F.M.S. Teores de colesterol de lingüiças de frango “light” e tradicionais submetidas a diferentes condições de estocagem. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas. 24 (4): 527-531. out.-dez. 2004.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. . Compostos fenólicos totais em especiarias: A absorção e o efeito antioxidante.. In: II Simpósio latino americano de ciência de alimentos., 1997, Campinas, São Paulo-SP. Anais., p. 179,1997.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. Avaliação da atividade antioxidante em extrato de alecrim em sistema biológico.. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1996, POÇOS DE CALDAS-MG. Anais, p. 271,1996.

MANCINI-FILHO, J. ;CINTRA, R. M. G. C. Comparação de experimentos in vitro e in vivo do efeito antioxidante naturais.. In: II SEMANA FARMAC. DE CIÊNC. TECNOL., XII SEMIN. DA PÓS-GRAD. E V REUNIÃO DE INICIAÇÃO CIENTIF, S. PAULO, SP/BRASIL. Revista de Farmácia e Bioquímica da USP, v. 33. p. 61, 1997.

MANCINI-FILHO, J.; VAN-VOIJJ, A.; MANCINI, D.A.P., COZZOLINO, F.F.; TORRES, R.P. Antioxidant activity of cinnamon (*Cinnamomun zeylanicum*, Breyne) extracts. **Bol. Chim. Farmac.**, v.137, p. 443-447, 1998.

MARSIGLIA, D.A.P. Colesterol: modificações da metodologia oficial do Instituto Adolfo Lutz. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.54, n.1, p.51-54, 1994.

MELO, E. A., GUERRA, N.B. Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos. **Bol. SBCTA**, Campinas, 36(1):1-11, 2002.

MELO, E.A.; MANCINI FILHO, J.; GUERRA,N.B.; MACIEL, G. R., Antioxidante de extratos de coentro (*Coriandrum sativum* L.) **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23 (Supl): 195-199, dez. 2003.

MENDES,A.A., MOREIRA, J., GARCIA, R.G. Qualidade da carne de peito de frango de corte. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo/SP, v. 13, n. 13, p. 138-144, 2003.

MENDES,A.C.R. Transformações bioquímicas na fração lipídica de produtos cárneos durante o armazenamento. **Revista nacional da carne**, São Paulo, SP, v. 23, n. 265, p. 30-37, 1999.

MILANI, L. I. G. ;FRIES, L. L. M. ; TERRA, N. N. ; KUBOTA, E. H. ;QUADROS, C. ; W., R.;TERRA, A. M.;FURTADO,A.S.;SILVA,P.T. Antioxidantes e antimicrobianos naturais para carne mecanicamente separada de frango.In: IV Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos para o Século 21- Desafios e Tendências para a América Latina, 2001, Campinas, São Paulo. Anais do IV. p. 122,2001.

MILANI,I.G.; FRIES,L.L.M.; PAZ,P.B.;BELLÉ,M.; TERRA, N.N. Bioproteção de lingüiça de frango. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v.23 (2), p.161-166, mai.-ago., 2003.

MILANI,L.I.G.; TERRA, N. N. ; FRIES, L. L. M. ; KUBOTA, E. H. ; WAGNER, R. ; QUADROS, C. P. ; ROSA, C. S. ; BIANCHIN, M. R. ; TERRA, A. M. Natural antioxidants for mechanically deboned chicken meat. In: 48th International Congress of Meat Science and Technology, 2002, Roma. Congress Proceedings, 2002.

MIURA, K.; NAKATANI, N. Antioxidative activity of biphenyl compounds from thyme (*Thymus vulgaris* L.). **Chem. Exp.**, v.4, p. 237-239,1989.

MORAES. M.C.S., BARROSO. M.A.T., ZAPATA. J.F., FUENTES.M.F. Estudo comparativo da gordura de capote, galinha caipira e frango de granja. **Boletim da SBCTA**. v. 21, n.1, p. 15-24, 1987.

MOREIRA, A.V.B.; MANCINI-FILHO, J.;Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev.Nutr.**, Campinas, 17(4);411-424, out./dez.,2004.

MOSIMANN, A.L.P., SILVA. E.L. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato aquoso de *Ilex paraguariensis* (erva mate) na peroxidação lipídica e na aterosclerose experimental em coelhos**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.Programa de Pós-graduação em Farmácia. p. 82, Florianópolis, 2002.

NAKATANI, N. Natural antioxidants from spices. Phenolic compounds in food and their effects on health. Washington: American Chemical Society,1992. p. 72-86.

NEPA- Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentos- UNICAMP/ Campinas, p.42, 2004.

NEPA-UNICAMP, Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação, Tabela brasileira de composição de alimentos. Campinas, 2004. 42p.

NUNES, M. L. ; FIGUEIREDO, M. J.; MADRUGA, M. S. ; LIMA, F. C. dos S. ; BISCONTINI, T. M. B. . Efeito de antioxidantes e das condições de estocagem na oxidação lipídica de lingüiças de frango. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 319, p. 36-48, 2003.

O'NEILL, L.M. at al., Inhibition of lipid oxidation in chicken by cernosine and dietary α -tocopherol supplementation and its determination by derivate spectrophotometry. **Meat Science**, v.50, p. 479-488, 1998.

OLIVO, R.,SHIMOKOMAKI,M. Carnes no caminho da pesquisa. Cocal do Sul: p. 155, 2001.

OLIVO, RUBISON. Alterações oxidativas em produtos cárneos. Globalfood Sistemas, Ingredientes e tecnologia para Alimentos Ltda, p.9, 2005.

OLIVO, RUBISON. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC, Ed. do Autor, p.678, 2006.

OZCAN, M.; AKGUL, A. Antioxidants activity of extracts and assential oils from Turkish spices on sunflower oil. **Acta- Alim.**, v.24, p. 81-90, 1995.

PERSON. A. M., GRAY.I.J., WOLZAR. A.M., HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**. v.37, n.07, p. 121-130, 1983.

POURCHET-CAMPOS M.A. Perspectivas do uso de aditivos em alimentos: os antioxidantes. Revista nacional da carne, n. 227, Jan.1996.

PRATT, D.E. Natural antioxidants from plant material. Washington: American Chemical Society 1992. p. 54-71.

RAHARJO, S.; SOFOS, J.N.; SCHMIDT, G.R. Improved Speed, Specificity, and Limit of Determination of an Aqueous Acid Extraction Thiobarbituric Acid-C18 Method for Measuring Lipid Peroxidation in Beef. *J.Agric. Food Chem.* v.40, p.2182-2185, 1992.

RAJALAKSHMI,D.; NARASIMHAN, S. Food antioxidants: sources and methods of evaluation, In: MADHAVI, D.L.; DESHPANDE, S.S.; SALUNKHE, D.K. (Ed) **Food antioxidants**-tecnological, toxicological and health perspectives. New York, p. 65-157, 1995.

RESURRECCION, A.V.A.; REYNOLDS, A.E. Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. **Journal of food science**. 55(3):629-654, 1990.

SALDANHA, L.A. Avaliação da atividade antioxidante in vitro de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia sinensis*). **Dissertação de mestrado**.Universidade de São Paulo.Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 114p. 2005.

SANT'ANA, L.S. Mecanismos bioquímicos envolvidos na digestão, absorção e metabolismo dos ácidos graxos ômega. **RBPS**, v.17 (4), p. 211-216, 2004.

SEMWAL, A.D., ARYA, S.S. Effect of spices and salt on the storage stability of pre-cooked dehydrated rice. **J Food Sci. Technol.**, v.29, p.210-213, 1992.

- SHINELLA, G.R. et al. Antioxidant effects to aqueous extract of *Ilex paraguariensis*. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 269, p. 357-360, 2000.
- SIMOPOPOULOS, A.P. Omega -3 fatty acids in health and diseases and in growth and development. **Am. J. Clin. Nutr.** v.54, p. 438-63, 1991.
- SIMOPOULOS, A. P. Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 54, p. 438-463, 1991.
- SIMOPOULOS, A. P.; LEAF, A.; SALEM, N. Essentiality and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 43, p. 127-130, 1999.
- SIMOPOULOS, A.P. Symposium: role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA – human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. **Poultry. Sci.**, 79, 961-970, 2000.
- SMEDES, F. THOMASEN T.K. Evaluation of the Bligh and Dyer lipid determination method. **Marine Pollution Bulletin**, v.32, n.8/9, p. 681-688, 1996.
- SOARES, S.E., Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Ver. Nutr.** v.15 n.1 Campinas, jan.2002.
- SOUZA, M.A.A., Antioxidante natural na proteção de cortes de frango. **Dissertação de Mestrado**, Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria/RS, Brasil. 2006.
- TANG, S.Z.; KERRY, J.P.; SHEEHAN, D.; BUCKLEY, D.J.; MORRISSEY, P.A. Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. **Meat Science**, v.57, p. 331-336, 2001.
- TCHIVANGANA, J.Z. & MORRISSEY, P.A. Metmyoglobin and inorganic metals as prooxidants in raw and cooked muscle systems. **Meat Science**. v.15, p.107-116, 1985.
- TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes**. São Leopoldo. Editora Unisinos. 1998. 216p.

TERRA, N.N.; BRUM, M.A.R. **Carne e suas derivadas- técnicas de controle de qualidade.** São Paulo. Ed. Nobel. p.121,1988.

VEKIARI, S.A.; OREOPOULOU, V.;TZIA,C.; THOMOPOULOS, C.D. Orégano flavanoids as lipid antioxidants. **J. Am. Oil Chem. S** v.70, p.483-487, 1993.

WILLIAMSON, G., FAUÇKNER, K., PLUMB,G.W. Glucosinolates and phenolics as antioxidants from plant foods. **European Journal of Câncer Prevention**, Oxford, v.7, n.1, p. 17-21, 1998.

WOOD,J.D.;RICHARDSON,R.I.,NUTE,G.R.;FISHER,A.V.;CAMPO,M.M.;KASAPIDOU, E.;SHEARD, P.R.;ENSER,M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.