

# AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CONTEÚDO DE METAIS PESADOS EM CARNE MECANICAMENTE SEPARADA (CMS) DE FRANGO E DE BOVINO PRODUZIDAS NO ESTADO DE GOIÁS

RENATA MOREIRA GONÇALVES,<sup>1</sup> JOSÉ RUBENS GONÇALVES,<sup>2</sup> RANIERY MOREIRA GONÇALVES,<sup>3</sup>  
RAPHAEL ROCHA DE OLIVEIRA,<sup>4</sup> RODRIGO ALMEIDA DE OLIVEIRA<sup>5</sup> E MOACIR EVANDRO LAGE<sup>6</sup>

1. Nutricionista, mestre e doutoranda pela UFG, bolsista CAPES. E-mail: renata.nut@gmail.com

2. Médico veterinário, doutor pela UFG, atuante no laboratório do Ministério da Agricultura.

3. Engenheiro de alimentos

4. Médico veterinário, mestrando pela UFG, bolsista CAPES

5. Acadêmico do Curso de Química, técnico do Centro de Pesquisas em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG

6. Professor doutor do Centro de Pesquisas em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG.

## RESUMO

A carne mecanicamente separada (CMS) é um produto originado da trituração de partes das carcaças de animais de abate que não são facilmente desossados, sendo que a parte mole é separada por meio de equipamentos especiais. Em decorrência da modernização tecnológica, a CMS tem se expandido, principalmente, por sua facilidade de obtenção e transformação de produtos industrializados. A qualidade físico-química da CMS afeta diretamente a qualidade dos produtos processados. Coletaram-se vinte amostras de CMS de frango em dois frigoríficos diferentes e vinte amostras bovinas comercializadas no Estado de Goiás. Realizaram-se análises de cálcio, ferro, zinco, lipídios totais, proteína,

umidade, resíduo mineral fixo, índice de peróxidos, cádmio e chumbo, baseando-se em métodos oficiais. Os resultados demonstraram que as amostras estão em acordo com os limites oficiais. As CMS não apresentaram rancidez pelo índice de peróxido. Umidade e cinzas estão dentro do esperado para carnes em geral. A CMS pode ser um integrante alimentar na dieta como fonte de proteína, lipídio, cálcio, zinco e ferro, o último principalmente na forma heme, apresentando melhor biodisponibilidade. Chumbo e cádmio apresentaram valores abaixo do permitido pela legislação. Observa-se a importância da avaliação físico-química de CMS como controle por parte dos órgãos fiscalizadores.

**PALAVRAS-CHAVES:** Carne mecanicamente separada, contaminantes, espectrometria de absorção atômica, ferro, zinco.

## ABSTRACT

### PHYSICAL-CHEMICAL EVALUATION OF AND HEAVY METALS CONTENTS IN BROILER AND BEEF MECHANICALLY DEBONED MEAT (MDM) PRODUCED IN THE STATE OF GOIÁS, BRAZIL

The mechanically deboned meat (MDM) is a product made by trituration of some parts of slaughter animals' carcass that are not easy to separate the bone. In such case the mild meat is deboned by especial equipment. As a result of technological modernization, the MDM has been more frequently used due to its easy obtainment and transformation in industrialized food products. The physical-chemical quality of MDM affects directly the quality of processed

food in which MDM takes part. Twenty samples of mechanically deboned poultry meat were collected in two different slaughterhouse and 20 samples of mechanically deboned bovine meat commercialized in Goiás State were also collected. The analyses performed were: calcium, iron, zinc, total lipid, protein, moisture, fixed mineral residue, peroxid index, cadmium and lead contents. The methodologies applied in the analysis were based on official methods. The results

revealed that samples were within the official limits. The MDM did not show rancidity by peroxide rate; moisture and ashes were within the expected for meat. The MDM can be part of a food diet as source of protein, lipid, calcium, zinc and iron, once the iron was more frequently found as heme

iron, which has a high bioavailability. The content of lead and cadmium were under the allowed limits. In this manner, we can observe the importance of the physical-chemical evaluation of MDM, controlled by official organs.

KEY WORDS: Atomic absorption spectrometry, contaminants, iron, mechanically deboned meat, zinc.

## INTRODUÇÃO

Em decorrência da modernização tecnológica, surgiu a carne mecanicamente separada (CMS), um produto obtido a partir de ossos ou partes de carcaças dos animais liberados pela Inspeção Federal, à exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos específicos e, imediatamente, congelados por processos rápidos ou ultrarrápidos (BRASIL, 1981).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a CMS poderá ser utilizada em substituição à carne *in natura* como matéria-prima, com níveis permitidos pela legislação de até 60%, na proporção máxima de 20% na linguiça e 30% em hambúrguer cozido, por exemplo, sendo obrigatória a colocação, no rótulo desse produto, da expressão: “contém carne mecanicamente separada” (BRASIL, 1981, 2000).

É alto o índice de expansão da carne mecanicamente separada, principalmente pela sua facilidade de obtenção e transformação de produtos industrializados. É um dos itens com crescimento de produção e utilização no Brasil e em outros países. A sua conveniência econômica, aliada a uma qualidade satisfatória, tem impelido mais e mais indústrias a utilizarem essa matéria-prima. Sob o ponto de vista macroeconômico, existe um benefício real para todos os setores envolvidos na produção e consumo de produtos cárneos. Por ser uma matéria-prima muito utilizada pelas indústrias em produtos derivados de carnes, verifica-se a necessidade da avaliação físico-química para o controle da qualidade das CMS de frango e de bovinos produzidas no Estado de Goiás.

Este trabalho tem o propósito de avaliar a qualidade físico-química da CMS de frango e da CMS de bovinos, comparando os atributos

de qualidade com os valores-padrão oficiais, como também entre elas. Para isso, realizou-se a avaliação dos níveis de proteína, gordura, resíduo mineral fixo, umidade, cálcio e índice de peróxidos. Investigou-se, também, a presença dos metais pesados cádmio e chumbo, os quais são contaminantes se ingeridos acima de determinados limites, por serem deletérios à saúde humana e animal. Outro aspecto de relevância observado foi o valor nutricional da CMS, avaliando-se os teores de ferro e zinco.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostragem

Coletaram-se vinte amostras de CMS de frango, em dois frigoríficos de grande porte – sendo dez amostras por empresa – e vinte de CMS bovina produzidas no único frigorífico que fabrica o produto no estado de Goiás, todas elas provenientes de partidas diferentes do mesmo frigorífico. A coleta das amostras foi efetuada pelos agentes do Serviço de Inspeção Federal da respectiva indústria. As amostras pesavam aproximadamente 500 gramas e foram congeladas, embaladas em sacos de polietileno, colocadas em caixas isotérmicas e encaminhadas ao laboratório de análises físico-químicas do Centro de Pesquisas em Alimentos (CPA) da Escola de Veterinária da UFG, onde foram mantidas congeladas até a realização das análises, duas a três semanas depois. Nos dois abatedouros de frangos onde se coletaram as amostras de CMS, o processo de fabricação consistia na retirada do dorso das aves, após a divisão em cortes característica de cada indústria. O processo de separação se dava em máquinas do tipo *hollow drum* (tambor oco), nas quais os dorsos eram triturados e pressionados por correias

contra um cilindro oco perfurado, onde a CMS era recuperada.

No frigorífico de bovinos a CMS era recuperada em equipamento semelhante ao dos abatedouros de frangos, mas utilizando basicamente ossos das vértebras após a desossa manual.

### Análises

Após as amostras terem sido homogeneizadas, foram analisadas em duplicata de acordo com os métodos oficiais. As análises realizadas incluíram os métodos semimicro Kjeldahl para proteína, Soxhlet para lipídio, método volumétrico para índice de peróxidos, método pela estufa a 105°C para umidade, e forno mufla a 550°C, para obtenção de resíduo mineral fixo, conforme descrito na Instrução Normativa nº 20 (BRASIL, 1999).

Para a determinação de cálcio, cádmio, chumbo, ferro e zinco, a metodologia utilizada foi a espectrometria de absorção atômica (BRASIL, 1994), em equipamento modelo GBC 932 AA. Fez-se a quantificação por padronização externa, sendo as curvas construídas utilizando-se quatro níveis de concentração, em que cada ponto foi representado pela média de três determinações. Os níveis de concentração para o cálcio variaram de 2,0 mg/L a 10,0 mg/L, para cádmio de 1,0 mg/L a 4,0 mg/L, para chumbo de 0,5 mg/L a 4,0 mg/L, para ferro de 1,0 mg/L a 4,0 mg/L e para zinco de 1,0 mg/L a 4,0 mg/L.

Procedeu-se às análises estatísticas dos dados a partir dos valores obtidos em duplicata, utilizando-se o *software* SAS (2002).

O procedimento General Linear Models (GLM) foi usado para avaliar os efeitos do tipo de amostra (carne mecanicamente separada de frango e bovina) e origem (abatedouros de frango 1 e 2).

Compararam-se as médias dos resultados analíticos pelo teste de Tukey (5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limites oficiais sobre a qualidade físico-química da CMS são descritos no Regulamento

Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Aves, Bovinos e Suínos anexo à Instrução Normativa nº4 (BRASIL, 2000), o qual estabelece os valores de no máximo 1,5 g por 100 g (1,5%) de cálcio, de 30% de lipídios totais no máximo, de 12% de proteínas no mínimo, e de, no máximo, 1,0 mEq/Kg de peróxidos. Quanto aos valores de metais pesados residuais, o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal (PNCR), anexo à Instrução Normativa nº 42 (BRASIL, 1999), prevê para chumbo e cádmio o máximo de 2,0 mg/Kg e 1,0 mg/Kg em carnes, respectivamente.

As Tabelas 1 e 2 exibem os valores médios obtidos como resultados das análises realizadas neste trabalho. Comparando-se os dados destas tabelas com os limites oficiais das portarias acima citadas, observou-se concordância dos valores medidos com os valores estabelecidos, inclusive com grande margem de segurança. Essa concordância se manteve não apenas em relação aos valores médios, mas também aos extremos.

Considerando os limites internacionais, aos quais as indústrias exportadoras também estão sujeitas, ainda há a satisfação de alguns requisitos de qualidade físico-química, mas com margens de segurança razoavelmente menores. Por exemplo, os níveis de cálcio (Tabela 2) estavam abaixo dos limites máximos adotados pelos padrões regulamentares oficiais americanos (0,75g/100g) e holandeses (0,25g/100g), mas mais próximos a estas concentrações, principalmente em relação à CMS de frango (BERAQUET, 2000). Em relação ao cádmio e chumbo, os limites máximos permitidos, na Comunidade Europeia, são 0,05mg/Kg e 0,01mg/Kg, respectivamente (CEE, 2002). Portanto, os resultados mostrados na Tabela 2 estão muito próximos ou superiores a estes limites.

As cinzas e umidade não possuem valores padrões estabelecidos para CMS na legislação vigente, sendo os dados deste trabalho, como outros semelhantes na literatura, importantes referências para a padronização desses parâmetros. Mas foi observada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras de CMS de frango e de bovinos em relação ao percentual de umidade. Isso, prova-

velmente, pode ser explicado pelo fato de a CMS de frango apresentar maiores valores de lipídeos e menores de proteínas, portanto, apresentando

menor capacidade de retenção de água e consequentemente menor umidade.

**TABELA 1.** Composição centesimal e índice de peróxidos em CMS de frango e bovina produzidas no Estado de Goiás, 2006

Análises	Proteína (g/100g)	Lipídio (g/100g)	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Índice de peróxidos (mEq/Kg)
<b>Frigorífico 1*</b>					
Mediana	16,655	17,81	63,25	1,135	< LD**
Faixa de concentração	13,81 a 19,42	10,94 a 26,15	57,02 a 68,53	0,89 a 2,29	
<b>Frigorífico 2*</b>					
Mediana	16,87	17,405	59,675	1,225	< LD
Faixa de concentração	13,95 a 21,64	12,49 a 24,56	47,04 a 69,82	0,88 a 2,95	
<b>Frigorífico 3*</b>					
Mediana	25,425	11,315	65,875	1,3	< LD
Faixa de concentração	20,35 a 28,65	10,05 a 15,63	55,56 a 71,58	1,14 a 4,36	

\* Frigoríficos 1 e 2: amostras de CMS de frango. Frigorífico 3: amostras de CMS bovina.

\*\* LD – limite de detecção do método = 0,05 mEq/Kg.

**TABELA 2.** Mediana e faixa de concentração dos minerais essenciais e metais pesados determinados em CMS de frango e bovina produzidas no Estado de Goiás, 2006

Análises	Cálcio (g/100g)	Ferro (mg/Kg)	Zinco (mg/Kg)	Cádmio (mg/Kg)	Chumbo (mg/Kg)
<b>Frigorífico 1*</b>					
Mediana	0,055	22,315	21	0,0114	0,035
Faixa de concentração	0,01 a 0,36	13,73 a 33,4	10,4 a 33	0,0017 a 0,036	0,0079 a 0,47
<b>Frigorífico 2*</b>					
Mediana	0,07	22,6	21,215	0,0178	0,043
Faixa de concentração	0,02 a 0,46	14,4 a 32,2	18,5 a 31,1	0,0012 a 0,04	0,012 a 0,47
<b>Frigorífico 3*</b>					
Mediana	0,04	39,165	43,5	0,014	0,15
Faixa de concentração	0,01 a 0,11	6,81 a 54	25,11 a 56,3	0,004 a 0,06	0,012 a 0,39

\* Frigoríficos 1 e 2: amostra-s de CMS de frango. Frigorífico 3: amostras de CMS bovina.

Na Tabela 1 pode-se observar diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a CMS de frango e a CMS de bovinos, principalmente nos valores de proteínas e lipídeos totais. Essa diferença é justificada pelo uso de dorso na CMS de frango e vértebras na CMS de bovinos. Os tecidos moles do dorso de

frango apresentam uma maior quantidade de gordura e menor de proteínas em relação aos tecidos moles das vértebras de bovinos. Em comparação com a CMS de mamíferos, há um risco potencial da ocorrência de fragmentos de órgãos, como rins e pulmões, na CMS de frango ou outras aves, já

que são trituradas partes completas de carcaças no lugar de ossos individualizados (HENCKEL et al., 2004). A CMS de frango pode ser fabricada também a partir de partes do peito. Este processo resulta em um produto de melhor qualidade se for produzido pelo sistema *hollow drum*, ou de pior qualidade, em relação à utilização de dorsos, se for produzido pelo sistema *auger* (rosca sem fim), já que neste último o produto caracteriza-se por alto conteúdo de cálcio e de fragmentos de ossos e cartilagens (HENCKEL et al., 2004).

Comparando-se os resultados de lipídeos e cinzas para CMS de frango ou de bovinos da Tabela 1 com os valores médios encontrados na literatura (McCANCE & WIDDOWSON, 1997) para carne *in natura* (4,4g/100g e 0,9g/100g, respectivamente), podem-se observar níveis maiores nos primeiros. Estes dados estão em acordo com trabalhos prévios (WHINDHAN & FIELD, 2000; STANGIERSK et al., 2007) e se devem principalmente ao método de separação e à matéria-prima utilizada. Quanto aos valores de proteína, a CMS de frango apresenta números menores do que os normalmente encontrados para carne *in natura* (20,5g/100g), enquanto a CMS de bovinos mostra valores semelhantes ou mesmo superiores. Isso pode ser explicado também pela composição da matéria-prima e metodologia, já descritas anteriormente, utilizadas para a recuperação de cada tipo de CMS.

Os lipídios e proteínas são fatores que quando não adequados, sem proporcionalidade entre sua composição, afetam diretamente a qualidade dos produtos processados com altos teores de CMS, alterando a sua textura e a capacidade de ligação e estabilidade da massa cárnea. Os dados demonstrados na Tabela 1 são muito importantes para a avaliação da capacidade de emulsão da CMS. Atualmente, com o uso de CMS em grandes quantidades nos produtos processados, principalmente produtos tipo massa (salsichas, mortadelas etc.), a capacidade de emulsificação deve ser avaliada. A quantidade de proteína e de lipídeos influencia diretamente essa propriedade. Quanto mais proteínas e menos gordura tanto maior será a capacidade de emulsificação, além de melhorar também a capacidade de retenção de água (AB-

DULLAH & AL-NAJDAWI, 2005). Analisando tais parâmetros, fica claro que a CMS bovina se destaca como matéria-prima de melhor qualidade, em relação à CMS de frango, para fabricação de produtos processados.

O problema com o uso de grandes quantidades de CMS em produtos cárneos é a baixa estabilidade deste material cru, o qual é muito propenso à oxidação lipídica e de pigmentos tanto quanto de crescimento microbiano (TRINDADE et al., 2004). A oxidação lipídica que pode estar presente na CMS pode causar polimerização e insolubilização das proteínas, ruptura da cadeia polipeptídica, destruição de aminoácidos e formação de produtos com adição de proteínas. Essas interações influenciam negativamente as propriedades funcionais da carne. Quanto mais alta a instabilidade do material em relação à oxidação lipídica, como é o caso da CMS, maiores serão os efeitos sobre a funcionalidade. Reações entre o malonaldeído, um subproduto da oxidação lipídica, e grupos amino livres das proteínas levam à formação de ligações covalentes irreversíveis, com a consequente perda da solubilidade das proteínas (POLLONIO, 1994). Devido ao congelamento logo após a produção e o período relativamente curto de estocagem até a realização das análises, não foram detectados peróxidos nas amostras analisadas. Os peróxidos são compostos formados desde o início da oxidação dos lipídeos. ABDULLAH & AL-NAJDAWI (2005) observaram que havia alteração do aroma em CMS de frango com períodos de estocagem acima de doze semanas. Essa alteração foi atribuída à oxidação dos lipídeos na CMS, enquanto em carne desossada manualmente e estocada pelo mesmo período não havia nenhuma alteração.

Na Tabela 2 estão os resultados das determinações de cálcio, ferro, zinco, cádmio e chumbo. A tabela mostra que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre a CMS de frango e a CMS de bovinos em relação aos teores de cálcio, ferro e zinco, com níveis maiores de cálcio e menores de ferro e zinco para a CMS de frango. Normalmente a carne de frango apresenta níveis maiores de cálcio e menores de ferro e zinco comparados à carne bovina (Ca: 0,01g/100g x 0,007g/100g; Fe: 7mg/Kg x 21mg/Kg; Zn: 11mg/Kg x 43mg/Kg)

(McCANCE & WIDDOWSON, 1997). A composição diferenciada da matéria-prima se reflete na composição final da CMS, como também a incorporação desses elementos com a trituração de ossos, elevando consideravelmente seus valores, principalmente o cálcio. Além disso, os frigoríficos de aves utilizam, geralmente, maior percentual de ossos na trituração, até mesmo pela característica física das aves, possuindo ossos menores e mais difíceis de serem separados da carne que os bovinos. A carne vermelha (bovina) possui realmente maior quantidade de ferro, o qual tem maior biodisponibilidade no metabolismo humano, por estar em grande parte na forma heme, sendo bastante recomendada por profissionais da área da saúde para pacientes com quadro de anemia ferropriva (MAHAN & ESCOTT-STUMP, 2005).

A determinação do conteúdo de cálcio (ou conteúdo de osso), em relação à qualidade da CMS, é uma forma de controlar o rendimento de processos mecânicos de separação. Um conteúdo de osso alto significa que a pressão usada no processo de desossa foi muito alta ou que a relação carne/osso foi muito baixa (BERAQUET, 2000). De acordo com KOOLMES et al. (1986), o conteúdo de cálcio encontrado na CMS de aves e bovinos varia de 0,06% a 0,28%, e os resultados do presente trabalho se enquadram nesses valores. A composição da CMS, com quantidades relevantes de cálcio, ferro e zinco, é favorável na resistência à intoxicação do organismo pelos resíduos de cádmio e chumbo, visto que são antagonistas no metabolismo (TOLONEN, 1995).

Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre CMS de frango e CMS de bovinos quando se observam os níveis de cádmio e chumbo, o que provavelmente seja reflexo da contaminação ambiental normal das fontes produtoras da matéria-prima utilizada, sem efeitos de outras fontes de contaminação que pudessem elevar estes índices. Todos os valores obtidos se encontram abaixo dos limites máximos de resíduos descritos no Plano Nacional de Controle de Resíduos (PNCR) (BRASIL, 1999). É importante ressaltar a grande variabilidade dos resultados encontrados nas análises das amostras de CMS para cálcio, cádmio e chumbo. Conforme GONÇALVES et al. (2008),

a variação entre o conteúdo de cádmio e chumbo, provavelmente, se deve às diferenças culturais e de manejo de cada região.

Não houve diferença significativa entre os dois abatedouros de aves, produtores de CMS de frango em todas as análises químicas realizadas, confirmando similaridade dos processos, das matérias-primas e máquinas utilizadas em seu processamento.

A utilização da CMS é uma ótima alternativa para a indústria de produtos cárneos, desde que observados os parâmetros de qualidade. A CMS contribui para agregação de valor em produtos diferenciados que a trazem como matéria-prima, favorecendo o aumento da rentabilidade.

## CONCLUSÕES

Os processos tecnológicos das indústrias avaliadas foram eficientes na satisfação dos requisitos de qualidades propostos pela legislação brasileira.

Além de sua conveniência econômica, uma qualidade físico-química satisfatória tem impelido mais e mais indústrias a utilizarem essa matéria-prima.

Da forma como são produzidas atualmente, as CMS de bovinos apresentam melhor qualidade nutricional e tecnológica do que as CMS de frango.

Os produtos processados com altos percentuais de CMS, desde que com qualidade assegurada, são fontes mais baratas de nutrientes importantes na alimentação humana como proteínas, lipídeos, ferro e zinco.

A qualidade físico-química da CMS utilizada em carnes processadas tem efeito direto na qualidade final do produto oferecido, afetando as características de identidade do produto e a saúde do consumidor. São necessários fiscalização e controle constantes da CMS, tanto por parte dos órgãos fiscalizadores quanto pelos Departamentos de Controle de Qualidade dos frigoríficos.

## AGRADECIMENTOS

À Livia Cardoso Lopes, acadêmica do Curso de Engenharia de Alimentos da UFG, bolsista

do CNPq, e ao Marcelo Rios, estagiário do CPA/EV/UFG, pela ajuda prestada nas análises laboratoriais.

Ao Centro de Pesquisas em Alimentos da Escola de Veterinária da UFG, pelo apoio logístico.

Ao CNPq, pela bolsa de mestrado concedida a um dos autores durante o período de estudos.

## REFERÊNCIAS

ABDULLAH, B. & AL-NAJDAWI, R. Functional and sensory properties of chicken meat from spent-hen carcasses deboned manually or mechanically in Jordan. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 40, p. 537-543, 2005.

BERAQUET, N. J. Carne mecanicamente separada de aves. In: SEMINÁRIO E CURSO TEÓRICO-PRÁTICO "AGREGANDO VALOR À CARNE DE AVES", 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC, ITAL, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Departamento Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal**. Brasília: Ministério da Agricultura. Circular 28/DICAR. Brasília, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Programa de avaliação laboratorial de resíduos**. 4. ed. Brasília: Secretaria de Defesa Animal, 1994. 103 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 42**. Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal – PNCR. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Aves, Bovinos e Suínos. **Instrução Normativa nº 4**. Brasília, 2000.

CEE. Comunidade Econômica Européia. **Directiva 85/591**: critérios gerais. 2002. p. 20-22.

GONÇALVES, J. R.; MESQUITA, A. J.; GONÇALVES, R. M. Determinação de metais pesados em leite integral

bovino pasteurizado no Estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 365-374, abr.-jun. 2008.

HENCKEL, P.; VYBERG, M.; THODE, S.; HERMANSEN, S. Assessing the quality of mechanically and manually recovered chicken meat. **Lebensm.-Wiss.U.-Technol.**, v. 37, p. 593-601, 2004.

KOOLMES, P. A., et. al. Histometrical and chemical analysis of mechanically deboned pork, poultry and veal. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1830, 1986.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause**: alimentos, nutrição e dietoterapia. 11. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1052 p.

McCANCE, R. A.; WIDDOWSON, E. M. **The composition of foods**. Fifth edition. London: Royal Society of Chemistry, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1997. 462 p.

POLLONIO, M. A. R. **Estudo das propriedades funcionais das proteínas miofibrilares e oxidação lipídica de carne de frango mecanicamente desossada**. 1994. 141 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

STANGIERSKI, J.; BARANOWSKA, H. M.; REZLER, R.; KIJOWSKI, J. Enzymatic modification of protein preparation obtained from water-washed mechanically recovered poultry meat. **Food Hydrocolloids**, doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.11.005. 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. System for Windows, release 6.12. Cary, NC, 2002. CD-ROM.

TOLONEN, M. **Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1995. 278 p.

TRINDADE, M. A.; DE FELÍCIO, P. E.; CASTILLO, C. J. C. Mechanically separated meat of broiler breeder and white layer spent hens. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 2, p. 234-239, mar.-abr. 2004.

WHINDHAN, W. R.; FIELD, R. A. Effect of method of analysis on iron content of beef from advanced meat recovery systems. **Meat Science**, v. 56, p. 351-355, 2000.