**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Transglutaminase e albumina de ovo em reestruturados cozidos congelados
de frango**

Márcio Aurélio de Almeida

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2010**

Márcio Aurélio de Almeida
Médico Veterinário

Transglutaminase e albumina de ovo em reestruturados cozidos congelados de frango

Orientadora:
Prof^a Dra. **CARMEN JOSEFINA CONTRERAS CASTILLO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Almeida, Márcio Aurélio de
Transglutaminase e albumina de ovo em reestruturados cozidos congelados de frango / Márcio Aurélio de Almeida. - - Piracicaba, 2010.
92 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Ácidos graxos 2. Análise sensorial 3. Carne mecanicamente separada 4. Carnes e derivados
5. Colesterol - Teor 6. Congelamento 7. Cozimento 8. Frangos de corte I. Título

CDD 664.93
A447t

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A DEUS pelo dom da vida.

Com muito amor aos meus pais Aurélio (*in memoriam*) e Rosa Maria, por sempre caminharem ao meu lado e de forma fundamental moldarem meu caráter. À minha esposa Keila pelo apoio incondicional, amor e paciência.
À minha irmã Dayse pelo carinho e amizade.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Profª Dra. Carmen J. Contreras Castillo pela amizade, orientação e por proporcionar a realização deste projeto.

Ao meu cunhado Prof. Dr. Adriano Dias pela amizade e auxílio nas correções, sempre com uma palavra de incentivo.

Ao meu sogro e sogra, Domilton e Elisabeth pelo incentivo para a realização deste projeto.

Às minhas sobrinhas Mariana e Poliana, que mesmo sem nunca terem entendido realmente o que se passava, me incentivaram constantemente.

À Roberta T. R. Benatto, Técnica do Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes pelo apoio nas análises e conversa animada na hora do *coffe*.

À Ivani A. M. Moreno e ao Prof. Dr. Severino Matias de Alencar pela ajuda na realização das análises de perfil de ácidos graxos e colesterol.

A todos os funcionários do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, em especial à Luis Carlos, Fabio Rodrigues, Rubens Pereira, Eduardo Gil, Wilson Januario, Gislaine Nóbilo, Beatriz Helena, Regina Célia, Márcia, Maria Ámabile e Midian pela paciência e amizade.

Às “*Las Carmencetes*” Alessandra, Anna, Fernanda, Juliana, Lucy, Mirian, Sabrina, Valéria, Vanessa e Viviane pela inestimável ajuda para a realização deste projeto.

À Profª Dra. Elizabete M. Macedo Viegas e a José Apolinário Ferraz pelo apoio na produção da Carne Mecanicamente Separada de Aves.

Às Diretoras, Dra. Luciana Miyagusku e Dra. Eliete Vaz de Faria por permitirem a realização de parte deste trabalho nas dependências do CTC e CCQA/ITAL.

Aos todos os Pesquisadores do CCQA/CTC – ITAL, em especial a Msc Kátia Cipolli, Msc Márcia Harada, Dr. José R. Gonçalves, Dr. Tadeu Silveira, Dra. Ana Lúcia C. Lemos, Dr Nelson Beraquet e Dra. Eunice Yamada pelo aprendizado no período que fui estagiário.

À todos os funcionários e estagiários do CTC/CCQA – ITAL.

À Profª Dra. Nilda Villanueva e ao pesquisador Katumi Yotsuyanagi pela realização das análises estatística deste trabalho.

À Tânia Maria Machado (IBRAC), Ajinomoto, Fricock e Marfrig pelo apoio técnico e fornecimento dos aditivos e parte da matéria-prima utilizada.

Ao CNPq pela concessão da bolsa para a realização deste trabalho e a FAPESP por custear a realização deste projeto.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP por colocar as suas instalações á disposição para a realização deste projeto.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 DESENVOLVIMENTO	21
2.1 Revisão Bibliográfica	21
2.1.1 Produtos formatados e reestruturados	21
2.1.2 Carne mecanicamente separada	21
2.1.3 Teor de colesterol	24
2.1.4 Perfil de ácidos graxos.....	25
2.1.5 Ingredientes para melhorar a adesão dos pedaços cárneos.....	26
2.1.5.1 Transglutaminase	26
2.1.5.2 Albumina de ovo	27
2.1.6 Processo térmico e congelamento	29
2.1.6.1 Pasteurização.....	29
2.1.6.2 Congelamento	30
2.1.7 Oxidação lipídica em produtos cárneos.....	32
2.1.8 Antioxidantes	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3.1 Matéria-prima:	35
3.1.1 Carne mecanicamente separada de aves (CMS)	35
3.1.2 Sobrecoxa e peito desossado de frango	35
3.1.3 Ingredientes para melhorar a adesão dos pedaços cárneos.....	36
3.1.3.2 Transglutaminase	36
3.1.3.3 Albumina de ovo em pó.....	36
3.2 Formulação	36
3.3 Preparo do reestruturado.....	37
3.3.1 Tratamento térmico	40
3.3.2 Descongelamento dos reestruturados	42
3.3.3 Análise química dos produtos reestruturados	42
3.3.3.1 Análise de perfil de ácidos graxos.....	42

3.3.3.2 Análise do teor de colesterol.....	43
3.3.3.3 Determinação da oxidação lipídica (TBARS)	43
3.3.4 Avaliação microbiológica.....	43
3.3.5 Avaliação física dos reestruturados.....	44
3.3.5.1 Perda após o descongelamento.....	44
3.3.5.2 Cor instrumental.....	44
3.3.5.3 Avaliação do pH.....	44
3.3.6 Análise sensorial	45
3.3.6.1 Teste de aceitação.....	45
3.4 Delineamento experimental.....	46
3.5 Análise estatística.....	46
3.5.1 Para avaliação das análises físico-químicas.....	46
3.5.2 Para avaliação sensorial de aceitação	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Perfil de ácidos graxos	47
4.2 Teor de colesterol.....	50
4.3 Avaliação microbiológica.....	51
4.4 Perda de peso após o descongelamento.....	54
4.5 Cor instrumental.....	55
4.6 Avaliação do pH.....	60
4.7 Valores de TBARS.....	62
4.8 Análise sensorial	63
4.8.1 Classe econômica dos consumidores	64
4.8.2 Análise dos dados de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global. 64	
4.8.3 Análise da intenção de compra	71
5 CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS.....	75

RESUMO

Transglutaminase e albumina de ovo em reestruturados cozidos congelados de frango

A importância de toda a cadeia produtiva de aves no Brasil é fortemente impulsionada pela produção, exportação de carne de frango e pelo seu consumo per capita, que em 2009 foi de 11 milhões de toneladas, 3.3 milhões de toneladas e 40,1 Kg/hab/ano respectivamente. Porém a exportação de cortes e a preferência dos consumidores por cortes de frangos e filés ao invés dos frangos inteiros despertaram a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa. A produção de carne mecanicamente separada com essas partes tornou-se ao longo dos anos uma alternativa viável, produzindo uma matéria-prima de baixo custo. O desenvolvimento de um produto reestruturado cozido congelado com carne de ave, com a utilização de pedaços desossados de peito e sobrecoxa, adicionados de carne mecanicamente separada do dorso da carcaça das aves tornou-se interessante para a indústria e consumidor. Porém as características desejadas pelo consumidor deste tipo de produto são consistência, força de adesão e suculência, ou seja, características de um filé de frango íntegro. Para conseguir essas características desejadas objetivou-se utilizar ingredientes não cárneos como a transglutaminase e albumina de ovo em pó, sendo esses ingredientes adicionais somados a adição de carne mecanicamente separada o estudo deste projeto. Para determinar a qualidade do produto foi realizada análise microbiológica no produto cru e após o cozimento e posteriormente para avaliar sua qualidade durante o armazenamento e sua vida útil a -18°C, foram realizadas análises como pH, cor instrumental, valor de TBARS e análise sensorial, sendo esta última para determinar aceitação do produto por consumidores.

Palavras-chaves: Carne mecanicamente separada de aves; Albumina de ovo em pó; Transglutaminase; Produtos reestruturados

ABSTRACT

Transglutaminase and egg albumin in restructured cooked frozen chicken

The importance poultry production chain in Brazil is strongly stimulated by meat poultry exportation 11 million of tons, 3,3 million of tons and by per capita consumption 40,1 kg/hab/year. Although the preference of exportation cuts and the consumer preference by cuts instead of whole chicken so there's a search for the use of backs, necks, and bones from the boning. The mechanically separated meat production with that parts over the years one viable alternative, resulting in low cost raw material. Then the develop of restructured product frozen and cooked with poultry meat, the utilization of boning meat from chest and thighs , added to most from back bones is extremity interesting for industry and consumers. But the features desired by consumers for this product are the cohesiveness, richness and strength of accession, that means whole chicken characteristics. To achieve these desired features aimed to use non meat ingredients as transglutaminase and egg albumin powder were used, and these non meat ingredients added to the minced meat in the objective of this project. To determine the quality of the product, microbiological analyses in the raw product and after cooking were performed, and later, to evaluate its quality during storage and service life at -18°C, analyses such as pH, instrumental color, TBARS values and analysis sensory were performed, the latter being performed to determine the acceptance of the product by consumers.

Keywords: Mechanically separated poultry meat; Egg albumin powder; Transglutaminase; Restructured products

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aspecto da sobrecoxa (à esquerda) e do peito (à direita) após o toalete	38
Figura 2 - Carnes trituradas, sobrecoxa (à esquerda) e do peito (à direita).....	38
Figura 3 - CMS sendo triturada congelada (disco nº3) na proporção 1/1 com peito de frango	39
Figura 4 - O produto embalado em sacos de nylonpolietileno e selados a vácuo	39
Figura 5 - Curva de cozimento (Linha vermelha: temperatura da água; Linha verde: temperatura interna do reestruturado; Eixo vertical temperatura em °C; Eixo horizontal tempo em minutos.....	41
Figura 6 - Valores de Cor L* durante o tempo de armazenamento	57
Figura 7 - Valores de Cor a* durante o tempo de armazenamento	59
Figura 8 - Valores pH durante o tempo de armazenamento.....	61
Figura 9 - Valores de mg de malonaldeídos em reestruturados durante o tempo de armazenamento	63
Figura 10 - Distribuição da classe econômica dos consumidores	64
Figura 11 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação da cor, odor, dos cinco tratamentos de reestruturados de frango.....	67
Figura 12 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação de sabor, maciez dos cinco tratamentos de reestruturados de frango.....	68
Figura 13 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação da suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturados de frango	69
Figura 14 - Diagramas de linhas superpostas mostrando as médias de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturados de frango.....	70
Figura 15 - Diagrama mostrando as médias com seus respectivos intervalos de confiança de 95% para os cinco tratamentos de reestruturados de frango	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes em cada um dos cinco tratamentos.....	37
Tabela 2 - Tratamentos e identificação	37
Tabela 3 - Média ($\pm$ Desvpad) do perfil de ácidos graxos Saturados entre os tratamentos estudados (% do total de ácidos graxos identificados)	48
Tabela 4 - Média ($\pm$ Desvpad) do perfil de ácidos graxos Insaturados entre os tratamentos estudados (% do total de ácidos graxos identificados)	49
Tabela 5 - Valor do teor de colesterol mg/100g em todos os tratamentos	50
Tabela 6 - Análises microbiológicas realizadas no produto cru logo após processamento	52
Tabela 7 - Análises microbiológicas realizada após o cozimento com 48 de armazenamento à 18°C.....	53
Tabela 8 - Valor de perda de peso (em %) durante o armazenamento.	55
Tabela 9 - Cor CIELab* do valor L* entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento	56
Tabela 10 - Cor CIELab* valor L* entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos.....	57
Tabela 11 - Cor CIELab* do valor a* entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento	58
Tabela 12 - Cor CIELab* do valor a* entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos.....	59
Tabela 13 - Valor do pH entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento.	60
Tabela 14 - Valor de pH entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos.....	61
Tabela 15 - Média de todos os tratamentos durante o tempo de armazenamento em (mg de malonaldeídos/kg).....	62
Tabela 16 - Médias e desvios padrões de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturado de frango	66
Tabela 17 - Médias e desvios padrões da intenção de compra dos cinco tratamentos do reestruturado	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMS - Carne Mecanicamente Separada de Aves

TG – Transglutaminase

Albumina – Albumina de ovo em pó

T1 – Tratamento com 1% de Transglutaminase

T2 – Tratamento com 1% de Transglutaminase e 15% de CMS

T3 – Tratamento com 1% de Albumina de ovo em pó

T4 – Tratamento com 1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS

T5 – Tratamento com 1% de Transglutaminase, 1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS

AGS – Ácidos Graxos Saturados

AGI – Ácidos Graxos Insaturados

1 INTRODUÇÃO

No início da avicultura industrial no Brasil, nos anos 1960 e 1970, quando o frango podia ser comprado vivo em feiras livres ou, para os moradores de áreas urbanas, havia a opção de comprar o frango inteiro já abatido, o consumo aproximado de carne de frango era de 2 quilogramas por pessoa. Em meados dos anos 1980, as primeiras exportações da carne de frango para o Japão permitiram ao consumidor brasileiro perceber que os cortes poderiam ser mais sofisticados. Nos anos 1990, houve o crescimento numérico dos cortes especiais e surgem produtos industrializados à base de carne de frango (ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA - ANUALPEC, 2010).

Em 2009, a produção acumulada de carne de frango foi de onze milhões de toneladas. Para 2010 estima-se atingir 11.2 milhões de toneladas, com exportações de frango ultrapassando três milhões de toneladas, sendo 1.4 milhões de toneladas representadas pelo frango inteiro e o restante pelos cortes. No mesmo período, o consumo per capita atingiu 40.8 Kg, com projeções de ultrapassar os 41.1 Kg em 2010. As quantidades de produção e de consumo colocam o Brasil como o maior exportador de carne de ave e o segundo mercado consumidor per capita mundial, no qual os Estados Unidos ocupam a primeira posição (ANUALPEC, 2010).

Os cortes especiais e industrializados (representados pelos embutidos e pratos prontos) são os produtos que impulsionam a expansão no consumo, em função de um consumidor de perfil modificado devido à necessidade da redução no tempo dedicado ao preparo dos alimentos. Essa necessidade exigiu adaptações da indústria avícola para o desenvolvimento de produtos prontos para o consumo que fossem de fácil preparo.

A indústria também foi beneficiada com a preocupação do consumidor com a saúde, possibilitando a disposição de produtos industrializados que atendam a essa necessidade com preços atrativos em relação às outras espécies de animais de consumo. Dessa forma, a indústria interessou-se em agregar valor aos seus produtos, acompanhando as mudanças dos padrões de consumo, que exige produtos com maior grau de processamento, segurança alimentar, praticidade e aparência. Uma ilustração desse mercado é o incremento na oferta de produtos “heat-and-eat”, tais como refeições congeladas, nas quais a carne é o principal atrativo, e os embutidos, representados pelas salsichas e mortadelas (PEARSON; GILLET, 1996).

No Brasil, o produto que se destaca no seguimento de industrializados é o formatado, classificado na indústria de carnes como produtos que são moldados de diversas maneiras a partir de músculos inteiros ou partes, previamente moídos. Outra motivação foi o aproveitamento de pedaços de músculos disponíveis, visando agregar maior valor comercial. A transformação de partes secundárias da carcaça em produtos formatados mantém características similares às do músculo íntegro (ÁVILA 2006). A força de adesão é uma característica importante de produtos reestruturados com músculos. Tradicionalmente, músculos reestruturados necessitam de sal e massageamento para que ocorra extração das proteínas miofibrilares da carne. Este processo diminui a textura do músculo e leva, pela adição, ao aumento da quantidade de sódio nos alimentos. Para atender ao interesse do mercado na redução desse sal, nesses produtos são adicionados proteínas não cárneas e polissacarídeos hidrocoloídes em muitos processos (MEANS; SCHMIDT, 1987).

O desafio atual da indústria é a redução de custos através do aproveitamento de cortes sem valor comercial, como o dorso da ave, transformando-os em um produto de alto valor comercial. Desta forma este estudo prevê a utilização de coadjuvantes de liga como a transglutaminase (com sua capacidade de melhorar as propriedades físicas dos alimentos e promover uma adesão dos pedaços de carne), a albumina de ovo e um melhor aproveitamento da carne mecanicamente separada (CMS) de aves, produzindo reestruturados com qualidades sensoriais semelhantes ao de um filé inteiro de frango.

Assim o estudo teve como objetivos verificar se reestruturados cozidos e congelados que utilizaram peito e sobrecoxa desossada, CMS de frango e combinações de coadjuvante de adesão como a enzima transglutaminase e a albumina de ovo em pó no auxílio da reestruturação das partes cárneas permitem a elaboração de um produto cozido e congelado verificando suas qualidades físico-química e sensoriais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Produtos formatados e reestruturados

O termo formatado classifica na indústria de carne como os produtos industrializados que são moldados em formatos diversos a partir de músculos inteiros, partes ou previamente moídos. São produtos que trazem vantagens para a indústria e consumidores, devido ao fato da indústria transformar matérias-primas de menor valor em produtos com maior valor agregado, assim como os consumidores que podem consumir produtos de qualidade muito similares ao músculo íntegro, porém com preços inferiores (BARBUT, 2002).

No mercado brasileiro encontramos vários exemplos de formatados com carne de frango, como hambúrguer, almôndegas, nuggets entre outros e as matérias-primas comumente utilizadas na elaboração destes produtos além dos músculos cárneos são gordura animal, proteínas vegetais, aditivos intencionais para o auxílio da formatação, condimentos, aromas e especiarias (ÁVILA, 2006).

A característica de textura é de suma importância para os produtos formatados e para melhorar essa característica é possível utilizar ingredientes que melhoram as propriedades funcionais das proteínas naturais da carne, aumentando a sua capacidade de retenção de água e formação de gel, conseguindo produtos com melhor suculência, estrutura e textura similar ao músculo íntegro (BARBUT, 2002; PEARSON; GILLET, 1996).

2.1.2 Carne mecanicamente separada

Em todo processo de desossa, após a retirada dos cortes cárneos normais, sempre resta certa quantidade de carne firmemente ligada aos ossos. A carne mecanicamente separada (CMS) é o produto resultante da separação mecânica das carnes presentes nestes ossos (FIELD, 1988; FRONING, 1981). O grande volume disponível, seu custo reduzido comparado com outras matérias-primas e o baixo poder aquisitivo de boa parte da população estimularam o expressivo desenvolvimento tecnológico ocorrido nos últimos anos na obtenção e aproveitamento da CMS,

que se tornou uma das mais importantes matérias-primas da indústria da carne no Brasil (DEGENHARDT, 2006).

A predileção por cortes de frango despertou a necessidade de encontrar meios para o aproveitamento de dorsos, pescoços e ossos resultantes da desossa manual (MÓRI et al., 2006), partes que representam cerca de 24% da porção comestível da ave (SOUSA et al., 2003). As matérias-primas com menor quantidade de carne aderida (pontas de asa, ossos da coxa e cartilagem do peito) não são processadas separadamente, pois resultariam em CMS de baixa qualidade, e sim, associadas ao dorso, misturadas em proporções variáveis dependendo da qualidade de CMS que se deseja (FRONING, 1981).

A CMS é uma matéria-prima de textura pastosa, fina e uniforme, muito susceptível à perda de qualidade, principalmente se não manuseada e estocada de forma correta antes de sua utilização na fabricação de embutidos (BERAQUET, 1989). Segundo a instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000, Regulamento Técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos que estabelece a identidade e requisitos mínimos de qualidade para o produto Carne Mecanicamente Separada (CMS) (BRASIL, 2000). As características Físico-Químicas são definidas seguindo essa legislação da seguinte forma: Proteína (Mínima): 12%, Gordura (Máximo): 30%, Teor de Cálcio (Máximo): 1,5% (Base Seca), Diâmetro dos Ossos: 98% deverão ter tamanho (máx.) de 0,5 mm, largura (máx.) de 0,85 mm, índice de peróxido (máximo) de 1 mEq KOH por kg de gordura.

Se a CMS não for utilizada diretamente como ingrediente de um produto cárneo logo após o processo de separação mecânica, a mesma deve ser armazenada refrigerada a uma temperatura não superior a + 4°C pelo máximo de 24 horas, armazenada no máximo até 0°C e utilizada em até 72 horas após sua obtenção ou congelada em blocos com espessura máxima de 15 cm e conservada em temperatura não superior a -18°C no prazo máximo de 90 dias (BRASIL, 2000).

Atualmente o processo mais comumente usado para a separação mecânica de aves consiste em um equipamento com uma rosca sem fim que força a passagem em cilindros perfurados ou em placas justapostas com um espaço entre si que funcionam como uma peneira. Este processo de desossa mecânica causa considerável ruptura celular, resultando numa carne de composição diferente da matéria-prima original (FRONING; MCKEE, 2001).

A composição química da CMS apresenta uma grande variação em função de vários fatores, como da maior ou menor incorporação da medula óssea e partículas de ossos, da espécie e

idade dos animais, do tipo de ossos processados, do método de desossa, do equipamento, da regulação da máquina, da trituração prévia dos ossos, da razão carne/ osso e da quantidade de pele e gordura adicionadas (NORNBERG, 1994).

O teor de gordura em geral é mais alto devido à incorporação de lipídios existentes na gordura subcutânea e tutano. A ruptura das membranas celulares causadas no processo de moagem ou na separação mecânica facilita a interação dos pró-oxidantes com os ácidos graxos insaturados presentes na própria carne, resultando na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas (GRAY; GOMAA; BUCLKEY, 1996; AZEVEDO GOMES et al., 2003).

As grandes quantidades de lipídeos e hemoglobina da medula óssea, e a estrutura fibrosa da carne são quebradas em pequenas partículas (McMINDES; SIEDLER, 1988), lipídeos insaturados da medula óssea, fina moagem, incorporação de ar, pigmentos heme, contato com os metais e a elevação da temperatura durante a separação mecânica contribuem para a oxidação lipídica e dos pigmentos (FIELD, 1988; POLLONIO, 1994), que podem levar ao aparecimento de odor de ranço e alteração na cor em CMS.

Devido à natureza de seu processo, sua composição e tendência à rápida oxidação, essa carne tem vida útil curta e que varia de acordo com a temperatura em que é conservada. Segundo Mitsumoto (2005), as carnes que são moídas estão sujeitas a mudanças oxidativas e desenvolvimento de rancidez mais rapidamente que os músculos íntegros, uma vez que estão mais expostas ao ar e a contaminação microbológica.

A oxidação lipídica é responsável por várias alterações em alimentos, como pelo desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis que tornam os alimentos impróprios para o consumo, por provocar outras alterações que irão afetar a qualidade nutricional devido à degradação de vitaminas lipossolúveis e de ácidos graxos essenciais, e também por afetar a integridade e a segurança dos alimentos, através da formação de compostos potencialmente tóxicos (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999; KUBOW, 1993; YANG, 2002).

A carne de frango tem normalmente pH próximo de 6,0 enquanto a CMS apresenta valores mais altos, próximos a neutralidade, sendo esses valores favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos, prejudicando dessa forma a qualidade da CMS bem como dos produtos que a incorporam. Além do pH, a CMS também apresenta elevada atividade de água, o que também favorece as alterações microbológicas bem como a oxidação (GALVÃO, 1992). A matéria-prima para CMS apresenta elevada carga microbiana como consequência da contaminação introduzida

durante o processo. As pequenas partículas, a grande área de superfície, a liberação de fluídos celulares ricos em nutrientes devido à maceração do tecido e ao calor gerado durante o processo de desossa mecânica propiciam o desenvolvimento bacteriológico (KUMAR; PEDERSEN-WISMER; CASPERSEN, 1986).

Pelo conteúdo da composição da matéria-prima carne do CMS, é necessário realizar medidas como o perfil de ac. graxos e colesterol de forma a verificar se esses ingredientes alteram negativamente a qualidade do reestruturado.

2.1.3 Teor de colesterol

O colesterol é a matéria-prima para a síntese de hormônios e vitamina D3, sendo também o constituinte essencial das membranas celulares. É um componente importante da carne, o qual como outros derivados lipídicos, sofre oxidação catalisada pela ação de luz, ar, temperaturas elevadas, radicais livres ou combinações destes (PEARSON et al., 1983; MADRUGA et al., 2004).

Na carne do peito de frango, encontramos os seguintes valores de colesterol: 48 a 79mg/100g (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1992), 63,04mg/100g (MADRUGA et al., 2004), 67mg/100g (KARKALAS; DONALD; CLEGG, 1982), 51,6 a 59,4mg/100g (MORAES et al., 2001). Para a carne escura, o teor de colesterol encontrado chega a ser 73% superior a carne branca, com valores entre 55 a 98mg/100g (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1992), 109,28mg/100g (MADRUGA et al., 2004), 90mg/100g (KARKALAS; DONALD; CLEGG, 1982).

Na pele de frango encontramos os maiores valores de colesterol, chegando a ser 197% maior que nos demais cortes de frango sem pele, com valores entre 84 a 126mg/100g (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1992), 187,85mg/ 100g (MADRUGA et al., 2004), 128mg/100g (KARKALAS; DONALD; CLEGG, 1982).

Trindade, Felício e Castillo (2004) descreveu que as carnes mecanicamente separadas (CMS) têm valores maiores de colesterol (94 mg/100g para pescoço sem pele, 109mg/100g para pescoço com pele e 95mg/100g para o dorso) que carnes desossadas manualmente (75 mg/100g para pescoço sem pele, 94mg/100g para pescoço com pele e 81mg/100g para o dorso). Ang e Hamm (1982), analisaram os teores de colesterol da medula óssea (1.992mg/100g) e da gordura

subcutânea do dorso (312mg/100g) e indicaram que o colesterol da CMS vem tanto da medula óssea quanto da gordura subcutânea.

O teor de lipídios em um alimento é a forma como o mesmo se encontra e é de suma importância para a saúde do consumidor, sendo que uma taxa elevada de colesterol no sangue constitui um dos principais fatores de risco para doenças coronarianas. A Associação Americana do Coração tem recomendado a ingestão diária de 300mg de colesterol para um homem adulto (PEREIRA et al, 2000), porém estudos recentes recomendam uma ingestão menor ainda de colesterol, Ramires (2010) recomenda uma ingestão diária de 180mg de colesterol.

2.1.4 Perfil de ácidos graxos

O conteúdo de ácidos graxos de diferentes carnes pode ser influenciado por uma grande variedade de fatores, incluindo a raça, os níveis de gordura, o clima, reprodução, alimentação e condições de criação (BRAGAGNOLO, 1997). Esses fatores podem variar conforme a região onde os animais são criados e de acordo com práticas culturais.

Os ácidos graxos saturados são considerados hipercolesterolêmicos e os mais preocupantes, neste sentido, são mirístico (C14:0), láurico (C12:0) e palmítico (C16:0). O ácido esteárico (C18:0) tem função neutra, uma vez que no organismo se transforma imediatamente em ácido oléico (C18:1) (SINCLAIR, 1993). Os ácidos graxos saturados aumentam o nível de colesterol sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (GRUNDY; DENKE, 1990). Entre os ácidos graxos insaturados, merecem atenção os ácidos graxos trans oriundos do processamento e da hidrogenação dos óleos e gorduras, considerados mais aterogênicos que os saturados, pois além de aumentarem o nível de LDL, diminuem o nível de HDL (LAMBERTSON, 1992). Já os ácidos graxos poliinsaturados naturalmente cis são benéficos uma vez reduzem agregações das plaquetas e os triacilgliceróis e, conseqüentemente, o risco de doenças cardíacas (KINSELLA; LOKESH; STONE, 1990).

2.1.5 Ingredientes para melhorar a adesão dos pedaços cárneos

2.1.5.1 Transglutaminase

A transglutaminase é uma enzima capaz de melhorar as características funcionais das proteínas, pois catalisa as ligações covalentes entre a lisina e a glutamina, promovendo a adesão de partículas de carne sem necessidade de extração das proteínas miofibrilares. A actina e miosina, dentre muitas outras proteínas, são substratos específicos para esta enzima, devido a isto pode ser utilizada em produtos cárneos, especificamente para produzir reestruturado devido a sua habilidade em ligar os fragmentos cárneos em temperaturas abaixo de 10 °C (MOTOKI; KUMAZAWA, 2000).

Contudo, esta enzima possibilita a formação de cubos de carne em uma sólida massa muscular, semelhante a um filé, através das ligações cruzadas entre as proteínas da carne, que consequentemente, influencia na textura do produto. Por essas razões, o uso de transglutaminase (TG) é proposto para melhorar as propriedades reológicas de alimentos, podendo ser amplamente utilizada em combinação com proteínas do leite, da soja e do ovo, carne bovina, suína, aves e pescado (PIETRASIK, 2003).

A transglutaminase microbiana (MTGase), produzida pela levedura *Streptoverticillium mobaraense*, é cálcio independente e permite a formação das ligações cruzadas das proteínas sem a necessidade de aquecimento (KEETON, 2001). Mostra-se altamente ativa em uma larga faixa de pH (5 a 8), podendo ser utilizada em vários processos alimentícios e em uma variedade de produtos como reestruturados, salsichas, produtos injetados, queijos, congelados e sobremesas. Embora geralmente mantenha-se estável até cerca de 50°C, sua atividade é reduzida gradualmente após essa temperatura. Pode ser inativada quando aquecida a 75°C por 15 minutos, no entanto, as temperaturas e o tempo necessários para inativação são diferentes dependendo de cada tipo de alimento (PAULINO et al., 2006).

A MTGase pode atuar de três maneiras diferentes: acelerando a reação de acil-transferência entre os grupos γ -carboxiamida dos resíduos glutamínicos ligados em proteínas ou peptídeos e aminas primárias; formando ligações cruzadas entre moléculas de proteína. Quando a TG usa grupos ϵ - amínicos dos resíduos de lisina ligados em proteínas como receptores de acil, formam-se as ligações cruzadas ϵ -(γ -glutamil) lisina intermoleculares e intramoleculares e

catalisando a deamidação de resíduos glutamínicos na ausência de aminas primárias e tendo a água como acil receptor (MOTOKI; KUMAZAWA, 2000).

O uso da transglutaminase pode ser realizado em forma de pó, aplicado diretamente na superfície dos pedaços de músculo, por incorporação nos líquidos de marinação (0,65 - 1,5%) ou por salmouras injetáveis e adição direta (0,1 - 0,3%) em emulsionados tipo salsichas. De acordo com Dimitrakopoulou et al (2005) a enzima adicionada em carne reestruturada não afeta as perdas no cozimento.

A transglutaminase é sugerida para melhorar ou modificar as propriedades reológicas e funcionais das proteínas. A polimerização da actomiosina pela transglutaminase é um método viável para reestruturação sem que sejam necessários os métodos de congelamento e/ou cozimento para manter a integridade do produto. A liga começa ocorrer em 30 minutos após a aplicação e continua por algumas horas em temperaturas de refrigeração. Dessa maneira, a transglutaminase pode ser aplicada em vários produtos e também pode ser usada combinada a outros ingredientes como sal, fosfatos alcalinos e sais de cura (KEETON, 2001).

O uso de transglutaminase em carne reestruturada forma, após a indução térmica, uma fina rede, devido a mudanças na ultra microestrutura do gel, melhorando as propriedades físicas do produto, como firmeza, elasticidade, coesividade e textura em geral, sendo o controle da quantidade de enzima adicionada, do tempo de reação e da temperatura de fundamental importância para obter a textura desejável.

2.1.5.2 Albumina de ovo

Os ovos são alimentos de alto valor nutricional, já que possuem todas as vitaminas, aminoácidos e minerais essenciais. Sua proteína, a albumina, é dotada de alto valor biológico e foi considerada, durante muito tempo, como proteína-padrão pela Organização para Alimentos e Agricultura da Organização Mundial da Saúde (FAO-OMS) (HARDER, 2005). Atualmente, a OMS estabelece como proteína-padrão, uma proteína teórica e, contudo, a albumina é a proteína que mais se aproxima desta em composição nutricional (VIEIRA, 2000).

A albumina é classificada como uma fosfoglicoproteína por possuir carboidrato e fosfatos ligados ao polipeptídeo, representa 54% das proteínas da clara e possui ponto isoelétrico (pI) de 4,5. Possui uma glicina acetilada no terminal N e uma prolina no terminal carboxílico. Contém

uma única cadeia lateral de carboidrato formada de D-manose (2%) e N-acetilglicosamina (1,2%). A albumina em solução é facilmente desnaturada por exposição de sua superfície e é relativamente estável ao tratamento térmico (FENNEMA, 2000; STADELMAN; COTTERILL, 1995; SGARBIERI, 1996).

A formação de gel ou gelificação de proteínas é uma propriedade funcional térmica de ampla utilização em alimentos formulados. A gelificação ocorre quando as moléculas desnaturadas pelo calor se agregam para formar uma rede protéica orientada (MATSUMURA; MORI, 1996). A reação inicial do processo de gelificação envolve o enfraquecimento e quebra das ligações de hidrogênio e dissulfídricas, desestabilizando a estrutura conformacional das proteínas. Posteriormente, ocorrem à polimerização das moléculas de proteína produzindo uma estrutura tridimensional capaz de imobilizar fisicamente grande parte do solvente, através de ligações dissulfídricas intermoleculares, interações hidrofóbicas e iônicas (MANGINO, 1992).

A integridade física do gel depende do balanço entre as forças de atração e repulsão das moléculas de proteínas envolvidas neste sistema. Se as forças de atração predominam, a coagulação é formada, e a água sai da matriz da rede. Se as forças de repulsão dominam, uma rede tridimensional não pode ser formada. Entretanto, excesso de forças de atração ocasiona coagulação e excesso de forças de repulsão causa dissolução das estruturas da rede (KINSELLA, 1984).

A rigidez na clara de ovo começa a 71°C e aumenta a 83°C e a elasticidade se desenvolve entre 70 a 74°C (JONHSON; ZABIK, 1981), já a desnaturação da albumina do ovo ocorre entre 79° a 84°C. O aumento da temperatura e o período de aquecimento aumentam as ligações com as moléculas de água e aumentam as ligações cruzadas da estrutura do gel.

As proteínas da clara do ovo de galinha têm sido extensivamente usadas como ingredientes em alimentos processados para apoiar e garantir as propriedades de ligação da carne (MINE, 1995, ALLEONI; ANTUNES, 2005; ALLEONI, 2006). O sucesso de muitos dos alimentos cozidos está relacionado à coagulação da proteína, em especial a coagulação de proteínas do ovo. A clara de ovos e a gema podem coagular-se e atuar como agente de ligação com outros ingredientes (ALLEONI, 2006).

Devido a concentrações elevadas de proteína para formar um forte gel, a clara de ovos em pó pode ser útil em produtos cárneos empregados na produção de reestruturados. Kato et al. (1990) demonstraram que clara de ovos em pó como coadjuvante de liga para alimentos

reestruturados com pedaços de músculo, e sua aplicação aumenta a força de adesão de produtos com carne de aves e, conseqüentemente, reestruturados, clareando suas cores e alterando pouco as cores vermelha e amarela.

2.1.6 Processo térmico e congelamento

2.1.6.1 Pasteurização

A segurança microbiológica e a qualidade da carne de frango são igualmente importantes para produtores, processadores, varejistas e consumidores e na faixa de pH que se encontra este tipo de carne, deve-se ter muita atenção com os microorganismos patogênicos e como exemplo podemos citar: o *Clostridium botulinum* A e B (proteolíticos), *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *Salmonella* ssp. Esses microorganismos podem ser destruídos através de um tratamento térmico adequado e armazenados a temperaturas inferiores a 5°C (MEAD, 2004).

A pasteurização tem como objetivo principal a destruição de microorganismos patogênicos associados aos produtos cárneos em questão e como objetivo secundário aumentar a vida-útil do alimento, reduzindo as taxas de alterações microbiológicas e enzimáticas. Os produtos pasteurizados podem conter, ainda, muitos organismos vivos capazes de crescer, o que limita sua vida de prateleira e o ideal é manter esses produtos refrigerados ou congelados (POTTER; HOTCHKISS, 1995).

A aplicação de calor deve ser mínima e bem equilibrada, sendo suficiente para a descontaminação de produtos cárneos permitindo a máxima retenção da qualidade original dos alimentos e as temperaturas de processamento normalmente estão entre 65 e 95°C (LUND, 1975; RAMASWAMY; ABBATEMARCO; 1996).

Este processo físico tradicional de descontaminação de alimentos ainda é muito utilizado atualmente em produtos cárneos por ser eficiente, saudável e barato, quando comparado com outras tecnologias. Ao contrário da esterilização, as temperaturas mais baixas permitem uma maior retenção das propriedades originais dos alimentos crus (RAMASWAMY; ABBATEMARCO, 1996).

Para a pasteurização de um alimento em embalagens “cook-in” são utilizados pasteurizadores de funcionamento descontínuo ou contínuo. O equipamento mais simples consiste

em colocar um lote em imersão em caixas com água aquecida a uma temperatura pré-estabelecida e mantida para até a finalização do tempo requerido, no final, água fria é bombeada para resfriar o produto e completar a curva de tratamento térmico (FELLOWS, 1988).

Os critérios para a concepção dos processos de pasteurização variam de acordo com o alimento a ser processado, ao contrário dos processos de esterilização, que são sempre projetados “botulinum cook” e aplicada 12D para permitir o armazenamento a temperatura ambiente de qualquer tipo de alimento. Antes que se possa projetar um processo de pasteurização para um novo produto alimentício, deve ser especificado no produto se o alimento será armazenado ou distribuído através de uma cadeia de frio (resfriado ou congelado), estabelecer qual será a vida-útil desse produto, se os consumidores pertencem a grupos sensíveis (por exemplo, os bebês, idosos, pessoas hospitalizadas, etc.) (SILVA et al., 2009).

2.1.6.2 Congelamento

Controlar o processo de congelamento, incluindo a preparação cuidadosa e armazenamento do produto, é um aspecto importante para se conseguir um produto de qualidade (GEORGE, 1993). A perda de qualidade dos produtos cárneos congelados depende principalmente da natureza do produto, temperatura e tempo de armazenamento e processo de descongelamento.

O congelamento tem um efeito pouco evidente sobre a textura da carne. Os efeitos observados, geralmente moderados, dependem das características do produto antes do congelamento (estado de maturação do músculo) e em menor medida das condições de congelamento. Por outro lado, estes efeitos são parcialmente eliminados pelo tratamento térmico (cocção) que antecede a avaliação da maciez por métodos instrumentais ou sensoriais (GENOT, 2003).

O uso de baixas temperaturas pode controlar a taxa de reações químicas. A velocidade de uma reação geralmente duplica com um aumento de 10°C. Mesmo que com o congelamento a taxa de reações químicas diminua, ocorrem alterações decorrentes das mesmas. Modificações estruturais nos diferentes componentes dos alimentos ocasionam mudanças sensoriais que diminuem a qualidade do produto final após o congelamento (COLLA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003).

O congelamento envolve o decréscimo da temperatura até -18°C ou abaixo, a cristalização da água e dos solutos. Esses efeitos não ocorrem individualmente, mas simultaneamente, compreendendo a redução da temperatura sem mudança de fase e a cristalização (FELLOWS, 1988). Mesmo armazenado a -18°C , os alimentos não estão totalmente congelados, as reações químicas e bioquímicas ainda podem ocorrer afetando a qualidade, através das mudanças físicas ocasionadas durante o congelamento (SAHAGIAN; GOFF, 1996).

O sucesso da conservação em baixa temperatura depende fortemente da capacidade de integrar diferentes etapas operacionais, a fim de manter as condições de armazenamento do alimento da indústria até o consumidor. No caso de produtos congelados, o descongelamento parcial ou flutuações de temperatura de armazenamento podem promover a recrystalização dos cristais de gelo, o crescimento de microrganismos injuriados e a perda da qualidade global do produto. Vários fatores podem ocasionar danos às células durante o congelamento: a baixa temperatura, formação de gelo extracelular, formação de gelo intracelular, a concentração extracelular de solutos à medida que a água extracelular é progressivamente congelada como gelo puro, a concentração intracelular de solutos à medida que a água migra para o congelamento e se concentra no meio extracelular (LOWRY; GILL, 1985).

Quanto à influência do processo de congelamento sobre os microrganismos, é conhecido que a temperatura limite para o crescimento de microrganismos em alimentos é de -5°C a -8°C , e de até 3°C abaixo para as leveduras. O crescimento de microrganismos não ocorre a -18°C , temperatura utilizada na estocagem de alimentos, entretanto, *Pseudomonas* sp. e leveduras (basidiomicetos) podem ser encontrados, mas sem apresentar crescimento (GEIGES, 1996).

Segundo Rockland; Stewart (1981) um alimento a -2°C terá a sua atividade de água (A_w) em 0,981 e quando esse alimento atingir a temperatura de -20°C a sua A_w estará em 0,823 e essas alterações na A_w somada com as outras alterações citadas acima podem provocar a morte aparente de 10% a 60% da população microbiana viável dos alimentos.

De acordo com Aburuwaida et al. (1996) em carnes de frango submetidas a uma prolongada estocagem não observou-se alterações substanciais em sua contagem bacteriana, quando armazenadas a -12°C , enquanto o número de bactérias viáveis diminuiu ligeiramente em carcaças armazenadas a -18°C .

2.1.7 Oxidação lipídica em produtos cárneos

A oxidação lipídica é o principal processo pelo qual ocorre perda de qualidade das carnes e seus derivados, depois da deterioração microbiana. É um fator determinante na vida útil do produto e limitante na qualidade e aceitabilidade, na medida em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e degrada vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais e afeta atributos como sabor, cor, textura e valor nutritivo (OSAWA; FELÍCIO; GONÇALVES, 2005).

Além de componentes intrínsecos pró e antioxidantes do próprio músculo, um número de fatores extrínsecos influencia a oxidação lipídica da carne. Os fatores ambientais como temperatura, luz, nível de oxigênio, grau de insaturação dos ácidos graxos, presença de metais e enzimas afetam a susceptibilidade dos lipídios do músculo a oxidação (LEE; MEI; DECKER, 1996).

Entre as metodologias analíticas disponíveis para acompanhar e compreender o processo de oxidação lipídica em alimentos se destaca a determinação do valor de substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS). O método permite quantificar o grau de oxidação lipídica do alimento baseado na reação de cor entre o malonaldeído e o ácido 2-tiobarbitúrico (JO; AHN, 1998).

As substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico são preferencialmente formadas a partir da clivagem de ácidos graxos com duplas ligações. Os hidroperóxidos formados podem originar compostos contendo grupamentos carbonílicos, sendo o malonaldeído o principal alcadienal relacionado com o processo de oxidação lipídica (TARLADGIS; WATTS; YOUNATHAN, 1960).

2.1.8 Antioxidantes

A produção de radicais livres é controlada nos seres vivos por diversos compostos antioxidantes, os quais podem ter origem endógena ou serem provenientes da dieta alimentar e outras fontes. Destas últimas destacam-se tocoferóis (vitamina E), ácido ascórbico (vitamina C), polifenóis, selênio e carotenóides (OMONI; ALUKO, 2005). Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo. Os antioxidantes são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (ATOUI et al., 2005; BARREIROS et al., 2006).

De forma geral, denominam-se antioxidantes as substâncias que presentes em concentrações baixas, comparadas ao substrato oxidável, retardam significativamente ou inibem a oxidação do substrato. Os radicais formados a partir de antioxidantes não são reativos para propagar a reação em cadeia, sendo neutralizados por reação com outro radical, formando produtos estáveis ou podem ser reciclados por outro antioxidante (ATOUI et al., 2005; BARREIROS et al., 2006; OMONI; ALUKO, 2005).

Dentro dos antioxidantes citados no primeiro parágrafo o eritorbato de sódio é o sal sódico do ácido eritórbito ou ácido isoascórbico, que é um isômero do ácido ascórbico. O eritorbato de sódio é utilizado em produtos cárneos com as funções principais de agir como seqüestrador de oxigênio, mudar o potencial redox do sistema e/ou reduzir a oxidação indesejável dos produtos (TOMPKIN; CHISTIENSEN; SHAPARIS, 1978).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima:

3.1.1 Carne mecanicamente separada de aves (CMS)

Para a produção da CMS, foram utilizados ossos fúrcula resultantes da desossa do peito, dorso e pescoço sem pele com a máxima retirada de gordura visível de aves recém abatidas do Frigorífico Fricock (Rio Claro – SP). Encaminhados congelados no mesmo dia sob refrigeração para abatedouro piloto da USP de Pirassununga – SP para a extração da CMS. A matéria-prima citada acima, ainda congelada foi colocada em uma máquina desossadora modelo HT 250 (Fabricante HIGHT TECH SOLUÇÕES – Chapecó – SC), que trabalha com sistema rosca sem fim, forçando a passagem da matéria-prima por discos finos. A regulação na saída da máquina foi padronizada em todas as extrações em uma volta e meia. Logo após a sua extração foi homogeneizada de forma manual, acondicionada em sacos de polietileno e colocada em um freezer de congelamento ultra rápido à 40°C, sendo transportada (congelada) para a planta piloto do Laboratório Qualidade e Processamento de Carnes da USP (Piracicaba – SP) para o processamento do reestruturado.

3.1.2 Sobrecoxa e peito desossado de frango

A carne de frango (sobrecoxa e peito) foi comprada já desossada e sem pele do Frigorífico Fricock (Rio Claro – SP), procedentes de animais abatidos no dia anterior (com idade aproximada de 42 dias) e encaminhadas sob refrigeração para a planta piloto do Laboratório Qualidade e Processamento de Carnes da USP de Piracicaba – SP para o processamento do reestruturado.

3.1.3 Ingredientes para melhorar a adesão dos pedaços cárneos

3.1.3.2 Transglutaminase

A transglutaminase utilizada foi a Activia BP® que foi fabricada no Japão pela empresa Ajinomoto e importada para o Brasil pela Ajinomoto Interamericana Industria e Comercio LTDA. O produto foi doado por essa empresa em embalagens com o peso líquido de 50 gramas e a recomendação do fabricante foi de polvilhar 1% de Activia BP® sobre a matéria-prima.

3.1.3.3 Albumina de ovo em pó

Foi utilizada como fonte de albumina, clara de ovo pasteurizada desidratada com 80% de albumina, embalada em sacos de polietileno de 500 g. produzido pela empresa Salto's Alimentos Ltda.

3.2 Formulação

Para a produção do reestruturado foi utilizada a formulação básica dos condimentos para todos os tratamentos e os ingredientes cárneos (sobrecoxa e peito de frango), CMS e os coadjuvantes de adesão, TG e Albumina foram divididos e identificados de acordo com a Tabela 1 e 2.

Tabela 1 - Ingredientes em cada um dos cinco tratamentos

Ingredientes%	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Peito de Frango	42,74	35,74	42,74	35,24	34,74
Sobrecoxa desossada	42,74	35,74	42,74	35,24	34,74
CMS*	-	15,00	-	15,00	15,00
Água	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Transglutaminase	1,00	-	-	-	1,00
Albumina de ovo em pó	-	-	1,00	1,00	1,00
Condimentos**	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Total	100	100	100	100	100

*Carne Mecanicamente Separada de Ave; **Condimentos: Cebola em pó 0,15%, alho em pó 0,10%, pimenta branca 0,03%, açúcar 0,20%, lactato de sódio 0,80%, eritorbato de sódio 0,25%, aroma de defumado 0,5% e sal 1,5%. T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Tabela 2 - Tratamentos e identificação

Tratamentos	Identificação
T1	1% de Transglutaminase
T2	1% de Transglutaminase e 15% de CMS*
T3	1% de Albumina de ovo em pó
T4	1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS*
T5	1% de Transglutaminase, 1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS*

* Carne Mecanicamente Separada de Aves (pescoço e dorso sem pele)

3.3 Preparo do reestruturado

No Laboratório de Qualidade e Processamento de Carnes do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP (Piracicaba – SP), foi realizado o toalete

final para retirada de pedaços de cartilagens e excessos de gordura aparente da carne de frango (sobrecoxa e peito de frango - Figura 1). Em um moedor (HOBART 4B22-2) as carnes foram trituradas separadamente utilizando o disco 12 (Figura 2).

Figura 1 - Aspecto da sobrecoxa (à esquerda) e do peito (à direita) após o toalete

Figura 2 - Carnes trituradas, sobrecoxa (à esquerda) e do peito (à direita)

A CMS ainda congelada foi cortada em cubo e triturada no mesmo modelo de triturador citado anteriormente com o disco nº 3. Para diminuir o impacto na alteração da cor devido à adição da CMS, foi adicionado na proporção de 1/1 peito de frango no momento da trituração (Figura 3).

O reestruturado foi preparado em um misturador obedecendo à seguinte ordem: carne de frango moída, CMS, condimentos, transglutaminase (TG) ou albumina de ovo e sal. Esse ingrediente foi adicionado por último visando a menor extração das proteínas miofibrilares e eritorbato de sódio, por um período de mistura de cinco minutos.

Foram embalados utilizando-se a embutideira manual em sacos de nylon polietileno (17X12 cm), obtendo-se porções de 100 gramas e a seguir foram selados a vácuo (Figura 4). A homogeneização do produto foi realizada por um período de 24 horas em câmara de resfriamento à temperatura de 2° C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Figura 3 - CMS sendo triturada congelada (disco nº3) na proporção 1/1 com peito de frango.

Figura 4 - O produto embalado em sacos de nylon polietileno e selados a vácuo

3.3.1 Tratamento térmico

Os reestruturados foram submetidos ao cozimento em banho-maria e o tempo de cozimento foi estabelecido pela aplicação da curva de destruição térmica, onde foram estabelecidos os seguintes parâmetros: D (82,2°C) 3 minutos e $z = 8,8^{\circ}\text{C}$. Estes valores foram adotados de acordo com o microrganismo de referência, *Clostridium botulinum* Type E (STUMBO, 1973).

Inicialmente foi construída a curva de penetração de calor nas amostras, utilizando-se a fórmula $10^{(X-Y)/Z}$, onde X foi a temperatura no ponto frio da amostra em cada intervalo medido (1min), Y foi a temperatura de referência para cada tratamento (82,2°) e Z foi a taxa letal do microrganismo (8,8°C). A letalidade foi calculada em cada intervalo de tempo analisado, sendo em seguida realizado o somatório das letalidades a cada intervalo, encontrando-se a letalidade total e para cálculo do valor de pasteurização (P), utilizou-se o somatório das contribuições letais (letalidade total) de cada estágio de temperatura multiplicada pelo intervalo de tempo em que cada temperatura foi medida (2 min). O valor de D, e a soma de todas as taxas letais dividido pelo tempo em minutos que o microorganismo deve permanecer na temperatura de referência e segundo, Stumbo, (1973) o produto estaria pasteurizado quando atingisse 5D.

Ficou estabelecido durante os testes que a curva de tratamento térmico (Figura 5) teria as seguintes características: água a temperatura de 82°C ($\pm 0,3^{\circ}\text{C}$), reestruturados com temperatura de 8°C, quando colocados em banho-maria e para todos os processamentos, foram utilizados sempre a mesma quantidade de água para o cozimento (50 litros) e a mesma quantidade de amostras (100 reestruturados de 100 gramas). Para avaliação foi colocado um termômetro PT-100 (Fabricante Novus Produtos Eletrônicos – Porto Alegre – RS) acoplado a um Datalogger modelo MY PCLAB (Fabricante Novus Produtos Eletrônicos – Porto Alegre – RS), o qual foi colocado no centro de um dos reestruturados para registro da temperatura, quando a amostra de reestruturado atingisse a temperatura de 82°C ($\pm 0,3^{\circ}\text{C}$) o aquecimento foi desligado, para isto, a água fria foi utilizada para resfriar o reestruturado até a temperatura de 32°C e imediatamente foi encaminhado pra um freezer a -18°C.

Figura 5 - Curva de cozimento (Linha vermelha: temperatura da água; Linha verde: temperatura interna do reestruturado; Eixo vertical temperatura em °C; Eixo horizontal tempo em minutos)

3.3.2 Descongelamento dos reestruturados

As amostras foram descongeladas em câmaras de refrigeração com temperatura de 2°C ($\pm 2^\circ\text{C}$) por aproximadamente 24 horas. Após esse período, as amostras foram conduzidas para as análises físico-químicas e microbiológicas.

3.3.3 Análise química dos produtos reestruturados

Os produtos reestruturados cozidos e congelados foram avaliados com 48 horas de armazenamento a -18°C quanto ao perfil de Ácidos Graxos e Colesterol e nos tempos 0 dias (48 horas de armazenamento), 60 dias (60 dias de armazenamento), 120 dias (120 dias de armazenamento) e 180 dias (180 dias de armazenamento) quanto a análise de TBRAS.

3.3.3.1 Análise de perfil de ácidos graxos

A extração de lipídios foi realizada de acordo com o método de Folch, Lees e Stanley (1957). Os ácidos graxos foram transformados em ésteres metílicos de ácidos graxos utilizando o método de Hartman e Lago, (1973). O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução, utilizando-se um cromatógrafo a gás (HP 5890), equipado com uma coluna capilar SUPELCO – SP 2560, 100 m x 0,25 mm, acoplado a um detector de ionização de chama. A programação de temperatura foi 130°C (1,0 min) a 170°C ($6,5^\circ/\text{min}$), 170°C a 215°C ($2,75^\circ/\text{min}$), 215°C (12 min), 215°C a 230°C ($40^\circ/\text{min}$), 230°C (6 min). As temperaturas do injetor e detector foram de 270°C e 280°C , respectivamente. As amostras (0,3 μl) foram injetadas pela técnica de injeção direta. Ácidos graxos de 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16 (cis e trans), 17, 18 (cis e trans), 20, 22 e 24 átomos de carbono, saturados e insaturados, foram identificados por comparação com os dados obtidos do CG de padrões autênticos metilados e eluídos nas mesmas condições.

3.3.3.2 Análise do teor de colesterol

O método utilizado foi a saponificação direta, com KOH 2% em etanol absoluto (BRAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003; JIANG; FENTON; SIM, 1991). Após a extração as amostras foram secas sob nitrogênio gasoso, ressuspensas em 2 mL de éter de petróleo e injetados 5 ou 10 µL em cromatógrafo líquido Shimadzu, com injetor automático, acoplado a um detector de arranjo de fotodiodos a 210 nm e uma coluna de fase reversa C18 (250 x 4,6 mm), com tamanho de partículas de 5 µm. A fase móvel foi a acetônitrila/isopropanol em modo isocrático. A coluna foi mantida a uma temperatura de 35°C e os cromatogramas foram analisados utilizando um “software” específico.

3.3.3.3 Determinação da oxidação lipídica (TBARS)

Foram realizadas estas análises nos tempos 0 (48 horas de armazenamento), 60 dias (60 dias de armazenamento), 120 dias (120 dias de armazenamento) e 180 dias (180 dias de armazenamento).

O valor de TBARS foi determinado segundo a metodologia de Vyncke (1970 e 1975) e Sorensen e Jorgensen (1996). Com os aldeídos extraídos em diluente ácido tricloroacético (TCA) e diamine etileno ácido tetraacético (EDTA). O padrão utilizado nesta reação é o 1,1', 3,3' tetraetoxipropano (TEP), cuja hidrólise ácida gera malonaldeído. Os valores de TBARS foram determinados por espectrofotometria com leitura de absorbância em comprimento de onda de 532-600nm. Os resultados expressos em mg malonaldeído/kg de amostra de carne.

3.3.4 Avaliação microbiológica

A avaliação microbiológica foi caracterizada no produto cru recém processado e no produto reestruturado cozido e congelado com 48 horas de armazenamento, com o intuito de verificar se o produto está dentro dos padrões microbiológicos sanitários e verificar se a curva de tratamento térmico pasteurizou os reestruturados. Para isso as amostras foram submetidas às seguintes análises de acordo com a RDC 12: enumeração de coliformes à 45°C (KORNACKI; JOHNSON, 2001), contagem de *Staphylococcus aureus* (LANCETTE; BENNETT, 2001) e

Clostridium sulfito redutor (LABBE, 2001), pesquisa de *Salmonella sp* (ANDREWS et al., 2001) e devido à alta incidência de *Listeria spp* em carnes refrigeradas, esta análise foi proposta.

3.3.5 Avaliação física dos reestruturados

Os produtos reestruturados cozidos e congelados foram avaliados com 48 horas de armazenamento a -18°C quanto a sua perda após descongelamento, cor instrumental, pH nos tempos 0 dias (48 horas de armazenamento), 60 dias (60 dias de armazenamento), 120 dias (120 dias de armazenamento) e 180 dias (180 dias de armazenamento).

3.3.5.1 Perda após o descongelamento

Depois de descongelados (item 3.3.2), os reestruturados foram pesados (peso inicial), retirados da embalagem e novamente pesados (peso final). O resultado foi expresso em porcentagem de água exsudada em relação ao peso da amostra inicial.

3.3.5.2 Cor instrumental

Através de quatro leituras na superfície das amostras inteiras foi determinado a cor do reestruturado com o calorímetro Chroma Meter CR - 400 da marca MINOLTA. Com leituras dos parâmetros de L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho) pelo sistema CIELab* com as seguintes características: área de medição 8mm de diâmetro, ângulo de observação 10° , iluminante D65 com componente especular incluído. Equipamento calibrado em placa de porcelana branca padrão com $Y = 93,7$, $x = 0,3160$, $y = 0,3323$.

3.3.5.3 Avaliação do pH

A determinação de pH foi feita com eletrodo de penetração de corpo de vidro, em 4 diferentes pontos das amostras. O aparelho utilizado foi o Oakton, pH 300, série 35618, com compensação automática de temperatura.

3.3.6 Análise sensorial

Foi realizado um teste sensorial em laboratório no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos (CCQA) – Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), sendo este teste realizado para verificar de aceitação do reestruturado por consumidores. Os consumidores convidados a participar do teste receberam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO 3), para conhecimento do tipo de produto a ser oferecido e o intuito da realização deste trabalho. Este termo foi assinado pelo responsável do projeto e pelos consumidores.

3.3.6.1 Teste de aceitação

As amostras foram avaliadas quanto à aceitabilidade do produto de modo global, da cor do produto, do odor, do sabor, da maciez e da suculência, por meio de escalas hedônicas de nove pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = não gostei nem desgostei e 1 = desgostei muitíssimo) e a intenção de compra através de escala de cinco pontos (5= certamente compraria, 3= talvez comprasse, talvez não comprasse, 1= certamente não compraria). Além disso, foi solicitada a descrição de gostei e desgostei associados a cada amostra. As amostras foram avaliadas de forma monádica seqüencial segundo um delineamento de blocos completos casualizados e apresentadas com códigos de três números aleatórios, após o preparo do produto congelado em grelha George Forman. Foram servidos pedaços de 2 x 2cm. Foi oferecida água mineral natural para uso antes e entre as amostras, e pão de forma sem casca entre as amostras, visando limpar o palato.

O teste foi conduzido em cabines individuais com iluminação de lâmpadas fluorescentes e equipadas com o sistema computadorizado Compusense Five, versão 4.8 para coleta e análise dos dados. Os dados relativos às escalas utilizadas foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey para comparação de médias.

Além das questões relacionadas à avaliação dos produtos, os consumidores responderam a questões sobre hábitos de consumo de reestruturados (steak, nugett) e características pessoais relacionadas à idade, definição de classe social segundo o critério de classificação econômica Brasil. Todos os questionários utilizados encontram-se no ANEXO 2.

3.4 Delineamento experimental

O processamento foi realizado de acordo com o seguinte delineamento experimental num total de cinco tratamentos:

- **T1:** 1% de Transglutaminase
- **T2:** 1% de Transglutaminase e 15% de CMS
- **T3:** 1% de Albumina de ovo em pó
- **T4:** 1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS
- **T5:** 1% de Transglutaminase, 1% de Albumina de ovo em pó e 15% de CMS.

Todos os tratamentos foram replicados quatro vezes e realizado as seguintes análises: perfil de ácidos graxos, teor de colesterol, perda após descongelamento e avaliação microbiológica no tempo 0 (48 horas de armazenamento). Para acompanhamento da qualidade do reestruturado de frango cozido e congelado durante o período de armazenamento, foram realizadas análises de cor instrumental CIELab*, avaliação do pH, oxidação lipídica (valores de TBARS), este último para avaliação da estabilidade oxidativa do produto cozido congelado e nos tempos 0, 2, 4 e 6 meses (48 horas, 60 dias, 120 dias e 180dias).

3.5 Análise estatística

3.5.1 Para avaliação das análises físico-químicas

A análise estatística foi realizada utilizando o software “SAS”, através de modelos de análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas das médias, pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5%.

3.5.2 Para avaliação sensorial de aceitação

O delineamento utilizado foi de blocos completos e a análise estatística foi realizada utilizando o software “STATISTICA” através de modelos de análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas das médias, pelo teste de Tukey, ao nível de significância 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos reestruturados depois de cozidos e congelados por 48 horas foram descongelados e foram realizadas análises quanto ao seu perfil de ácidos graxos, colesterol e perda de peso. Durante os 6 meses de armazenamento foram realizadas análises de Cor, pH e TBARS a cada 60 dias no reestruturados e para a verificação da integridade microbiológica foi realizada análise microbiológica no reestruturado cru e cozido com 48 horas de armazenamento, todas as análises serão discutidas nos itens a seguir.

4.1 Perfil de ácidos graxos

O reestruturado elaborado neste projeto apresentou porcentagem total de ácidos graxos saturados (Tabela 3) numa faixa entre 16% a 12% maior que os valores encontrados por Laudadio e Tufarelli, (2010) para peito de frango e sobrecoxa de frango respectivamente. Esses autores descrevem valores de 24,57% de Ácidos Graxos Saturados (AGS) para peito e 25,57% para sobrecoxa, porém apresentou valores médios entre todos os 18% menores que valores encontrados por Pereira et al, (2000) para lingüiça de frango. Desta forma pode-se supor que os valores obtidos para o reestruturado estão dentro de níveis aceitáveis para produtos elaborados com carne de frango (peito e sobrecoxa de frango), pois se observarmos o teor de ácidos graxos saturados em lingüiças de frango comerciais, o reestruturado encontra-se com valores entre um músculo íntegro de frango e a lingüiça de frango.

Pode-se evidenciar desta forma que a produção de um produto industrializado com níveis reduzidos de ácidos graxos saturados de cadeia longa na dieta é desejável porque estes ácidos elevam a concentração de colesterol no soro sanguíneo por reduzirem a atividade do receptor LDL-colesterol e reduzirem o espaço livre de LDL na corrente sanguínea (GRUNDY: DENKE, 1990). Cada vez mais os consumidores procuram produtos com baixos níveis de AGS, e o aumento dos níveis desses ácidos deve-se possivelmente ao tipo de dieta utilizada na alimentação das aves.

Tabela 3 - Média ($\pm$ Desvpad) do perfil de ácidos graxos Saturados entre os tratamentos estudados (% do total de ácidos graxos identificados)

Tratamentos	Ácidos			Total Saturados
	Mirístico	Palmítico	Esteárico	
T1	0,57 ($\pm$ 0,08)	24,57 ($\pm$ 1,68)	4,57 ($\pm$ 0,24)	29,70
T2	0,55 ($\pm$ 0,14)	23,85 ($\pm$ 2,13)	4,45 ($\pm$ 0,22)	28,85
T3	0,49 ($\pm$ 0,04)	23,22 ($\pm$ 0,83)	5,03 ($\pm$ 0,67)	28,75
T4	0,59 ($\pm$ 0,02)	23,45 ($\pm$ 1,05)	4,42 ($\pm$ 0,24)	28,46
T5	0,70 ($\pm$ 0,22)	25,85 ($\pm$ 3,20)	4,01 ($\pm$ 0,37)	30,57

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Com relação aos valores de Ácidos Graxos Insaturados (AGI) apresentados neste trabalho (Tabela 4), deve-se dizer que a adição de CMS pouco alterou o teor de AGI nos reestruturados e se compararmos a média de todos os tratamentos com um músculo íntegro de frango, seus valores são próximos, na faixa de 2% maior que o descrito por Laudadio e Tufarelli, (2010) para peito de frango e sobrecoxa de frango (68,5 e 68,2% respectivamente). Era de se esperar que a adição de CMS fosse alterar o teor de AGI dos reestruturados, pois se encontra valores na literatura entre 68,6 e 68,4% para CMS de dorso e pescoço sem pele (MACNEIL; KAKUDA, 1988) e 72,8 a 75,9% para CMS de galinhas poedeiras comerciais e pesadas respectivamente.

Deve-se observar que é de interesse verificar o teor de AGI durante o desenvolvimento de um produto industrializado, pois quanto maior o teor de AGI em um produto cárneo, maior é o seu valor nutricional, porém essa carne está mais susceptível a oxidação e neste estudo pôde-se evidenciar que os valores encontraram-se dentro da normalidade para um produto elaborado com peito, sobrecoxa e CMS de frango.

Tabela 4 - Média ($\pm$ Desvpad) do perfil de ácidos graxos Insaturados entre os tratamentos estudados (% do total de ácidos graxos identificados)

Tratamentos	Ácido				Total Insaturados
	Palmitoléico	Oléico	Linoléico	Eicosatrienóico	
T1	14,38 ($\pm$ 1.32)	37,61 ($\pm$ 2.03)	16,51 ($\pm$ 0,85)	1,15 ($\pm$ 0.10)	69,64
T2	14,14 ($\pm$ 1.10)	38,81 ($\pm$ 1.45)	16,49 ($\pm$ 1,12)	0,96 ($\pm$ 0.16)	70,40
T3	12,88 ($\pm$ 1.28)	38,86 ($\pm$ 1.49)	16,82 ($\pm$ 1,23)	1,40 ($\pm$ 0.23)	69,96
T4	13,88 ($\pm$ 0.45)	39,39 ($\pm$ 0.51)	16,65 ($\pm$ 1,06)	0,84 ($\pm$ 0.07)	70,76
T5	15,43 ($\pm$ 1.91)	36,91 ($\pm$ 2.63)	15,48 ($\pm$ 2,15)	0,78 ($\pm$ 0.19)	68,60

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

4.2 Teor de colesterol

Nos dias atuais existe uma grande preocupação com os teores de gordura e/ou colesterol em carne e produtos cárneos, isto pode ser observado pelas pesquisas realizadas para produzir alimentos com baixos teores de gordura.

O colesterol pertence ao grupo de lipídeos e está presente predominantemente no reino animal. Nas carnes utilizadas para a formulação do reestruturado (peito de frango e sobrecoxa sem pele), carne do peito das aves tem um teor de lipídeos menor que a coxa e sobrecoxa e na literatura encontramos teores de colesterol entre 48 a 79mg/100g para carne de peito de frango, 55 a 109 mg/100g para carne escura de frango. (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1992; KARKALAS; DONALD; CLEGG, 1982; MORAES et al, 2001; MADRUGA et al.; 2004).

Em três dos cinco tratamentos estudados neste trabalho, foram adicionados CMS e a adição deste ingrediente não afetou negativamente o teor de colesterol do reestruturado, pois não existiu diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos estudados (Tabela 5) e seus valores ficaram próximos à valores de carne de peito de ave.

Tabela 5 - Valor do teor de colesterol mg/100g em todos os tratamentos

Tratamentos	Média Colesterol mg/100g (Desvipad)
T1	52,33 ($\pm$ 8,891)
T2	60,90 ($\pm$ 15,822)
T3	54,48 ($\pm$ 6,802)
T4	61,20 ($\pm$ 8,853)
T5	63,55 ($\pm$ 5,054)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Pode-se afirmar que esse baixo teor de colesterol encontrado (entre 53.23 a 63.17mg/100 gramas) se deve a retirada do excesso de gordura da sobrecoxa e do peito, os quais possuem um teor de colesterol próximo à 312mg/100g. Para a produção da CMS foi retirada a pele do pescoço e dorso, que por sua vez possuem um teor de colesterol entre 84 a 187,85mg/100g (ANG; HAMM, 1982; BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 1992).

Ang e Hamm (1982) evidenciaram que CMS feita com pescoço sem pele tem teor de colesterol menor que a CMS produzida com pescoço com pele, o que está de acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, porque o toailete realizado na matéria-prima para a produção de CMS contribuiu para os baixos níveis de colesterol de modo a não alterar negativamente o teor de colesterol dos reestruturados.

Desta forma os teores de colesterol ficaram a níveis aceitáveis (52,33 – 63,55mg de colesterol) visto que Ramires (2010) recomenda uma ingestão diária de 180mg de colesterol e a título de comparação com relação a outros produtos cárneos industrializados, foi determinado que a lingüiça suína comercial grelhada apresenta 82 mg/100g enquanto que o hambúrguer grelhado tem 59 mg/100g (UNIVERSIDADE DE CAMPINAS - UNICAMP, 2006)

4.3 Avaliação microbiológica

Para garantir a segurança dos provadores, foram feitas avaliações microbiológicas das amostras de acordo com a legislação brasileira RDC 12, de 12 de janeiro de 2001, da ANVISA (BRASIL, 2001), que estabelece para produtos cárneos crus, refrigerados ou congelados (hambúrgueres, almôndegas, quibe e similares) o limite de 5×10^3 NMNP/g Coliformes tolerantes a 45°C/g, 5×10^3 UFC/g de *Estafilococcus coagulase positiva*, 3×10^3 UFC/g de clostrídios sulfito redutores e ausência de *Salmonella* spp. em 25g de carne. Os resultados encontrados nas análises do produto processado cru (Tabela 6), todos os tratamentos estão de acordo com a legislação em vigor.

Sabe-se que a manipulação incorreta dos alimentos favorece a contaminação por agentes bacterianos patogênicos que, em números elevados, podem ocasionar problemas à saúde e os Coliformes fecais têm sido usados para determinar condições sanitárias insatisfatórias de alimentos (JAY, 1992; INTERNATIONAL COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOOD - ICMSF, 2000). Pode-se garantir que os tratamentos cumprem

com a manipulação correta com exceção do T5, mas como não foi realizada outra diluição não teríamos como garantir a real falha ocorrida neste tratamento.

Tabela 6 - Análises microbiológicas realizadas no produto cru logo após processamento

Determinações	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Clostridium sulfito redutor *	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
Coliformes fecais**	4,6 x 10 ²	2,4 x 10 ³	2,3 x 10	2,4 x 10 ³	≥2,4 x 10 ³
Contagem total de Mesofilos*	4,7 x 10 ⁴	6,3 x 10 ⁴	3,7 x 10 ⁵	8,0 x 10 ⁴	8,7 x 10 ⁶
Salmonella ***	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Staphylococcus aureus *	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²
Listeria spp. (25g)	Suspeita	Suspeita	Suspeita	Suspeita	Suspeita

Legenda: * UFC/g; ** NMP/g; *** em 25g.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Foi realizada também análise de *Listeria* spp, devido a grande incidência deste microrganismo em carne refrigerada. Em todos os tratamentos encontramos suspeita deste microrganismo indicando uma contaminação ao nível de manipulação durante a desossa ou na produção do reestruturado.

Segundo Thippareddi e Sanchez (2006) tratamento térmico com temperatura interna superior à 68°C destrói a grande maioria das colônias de *listeria* spp presente no alimento cárneo e de acordo com os resultados obtidos para este microrganismo, pode-se garantir que o mesmo foi destruído com os parâmetros adotados no tratamento térmico, o que pode ser evidenciado na Tabela 7.

Tabela 7 - Análises microbiológicas realizada após o cozimento com 48 de armazenamento à - 18°C

Determinações	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
<i>Clostridium sulfito redutor</i> *	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10	<1,0 x 10
<i>Coliformes fecais</i> **	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Contagem total de Mesofilos*	4,0 x 10	6,0 x 10	1,0 x 10	6,0 x 10	1,9 x 10 ²
<i>Salmonella</i> ***	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> *	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²	< 1,0 x 10 ²
<i>Listeria spp.</i> (25g)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Legenda: * UFC/g; ** NMP/g; *** em 25g.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Os valores apresentados na Tabela 7 evidenciam que a curva de tratamento térmico aplicada neste projeto ficou acima do recomendado pela Sous Vide Advisory Committee (1991) para tratamento térmico (pasteurização) (THIPPAREDDI; SANCHEZ 2006), sendo suficiente para produzir um produto reestruturado seguro a nível microbiológico e todos os tratamentos estão com valores abaixo do estabelecido pela legislação brasileira para produtos cárneos cozidos ou não, embutidos ou não (mortadela, salsicha, presunto, fiambre, morcela e outros) o limite de 1x10³ NMNP/g Coliformes tolerantes a 45°C/g, 3x10³ UFC/g de *Estafilococcus coagulase* positiva, 5x10² UFC/g de clostrídios sulfito redutores e ausência de *Salmonella spp.* em 25g (BRASIL, 2001).

Com relação ao número de reduções decimais encontradas em todos os tratamentos (T1, T2, T3, T4 E T5), verificou-se uma redução compatível com o processo de pasteurização tendo como microrganismo alvo o *Clostridium botulinum* tipo E (valor D = (82,2°C) 3 minutos e z = 8,8°C) e a tabela com os dados completos e os valores das taxas letais encontram-se no ANEXO 1.

Para evitar contaminações após o tratamento térmico, foi utilizada a tecnologia cook-in-ship (SARANTÓPOULOS; OLIVEIRA, 1991). Este tipo de embalagem refere-se que o reestruturado foi cozido na mesma embalagem utilizada para seu armazenamento à temperatura -18°C e de acordo com Aburuwaida et al. (1996), carnes de frango submetidas a uma prolongada estocagem não ocorre alterações substanciais em sua contagem bacteriana, quando armazenadas a -12°C, enquanto o número de bactérias viáveis diminuiu ligeiramente em armazenadas a -18 ° C. Observando-se nos resultados obtidos na presente pesquisa, os valores encontrados após a curva de cozimento, o tipo de embalagem utilizada e a temperatura de armazenamento a -18°C, torna-se possível garantir (com relação a sua segurança microbiológica) que o produto é seguro para consumo e para os testes com consumidores.

4.4 Perda de peso após o descongelamento

Em todos os tratamentos foram adicionados em suas formulações 10% de água para facilitar a mistura de todos os ingredientes e distribuir de forma uniforme esses ingredientes na massa.

Na Tabela 8, os tratamentos com adição de albumina de ovo em pó de forma isolada ou em combinação com CMS tiveram uma maior perda significativa de peso após o descongelamento ($p < 0,05$), esta maior perda pode ser explicada devido à adição da albumina de ovo que forma uma rede tridimensional pelo processo de gelificação, porém a integridade física do gel depende do balanço entre as forças de atração e repulsão das moléculas de proteínas envolvidas neste sistema. Se as forças de atração predominam, a coagulação é formada, e a água sai da matriz da rede. Se as forças de repulsão dominam, uma rede tridimensional não pode ser formada. O excesso de forças de atração causa coagulação e excesso de forças de repulsão causa dissolução das estruturas da rede (KINSELLA, 1984). Neste caso pode-se supor que predominaram as forças de repulsão. Nos demais tratamentos, pode-se dizer que o ingrediente TG provocou a menor perda, com a formação de ligações cruzadas entre as proteínas (KEETON, 2001).

Tabela 8 – Valor de perda de peso (em %) durante o armazenamento

Tratamentos	Perda de peso
T1	10,13 ^b ± 0,81
T2	10,32 ^b ± 1,31
T3	12,76 ^a ± 1,39
T4	12,04 ^a ± 1,64
T5	10,73 ^b ± 0,99

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o parâmetro perda de peso entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Não foi encontrado na literatura, um produto reestruturado de frango com essas características de cozimento *cook-in ship* e para título de comparação, Udaeta e Terra (1995) descreveram perdas próximas de 1,2% para presuntos cozidos *cook-in* e Hautrive et al. (2008) perdas de 23% para Hambúrguer bovino, Castro et al. (2008), Garcia et al. (2008) e Aguiar, Ortega e Contreras-Castillo (2004) valores entre 29 a 32% para peito de frango, no primeiro caso em sua formulação foi adicionado 2,99% de fosfatos e o segundo produto foi grelhado.

Pode-se supor que o cozimento cook-in contribuiu para essa baixa porcentagem de perda de peso após descongelamento, pois durante o cozimento o reestruturado estava sob vácuo e o cozimento realizado nestas condições consegue produzir reestruturado de frango com perdas mínimas sem a adição de fosfatos

4.5 Cor instrumental

Todos os tratamentos foram diferentes significativamente ($p < 0,05$) no tempo 0 dias para o parâmetro teor de luminosidade (valor de L*) (Tabela 9). O tratamento T3 registrou o maior valor e este resultado pode ser explicado pela existência do ingrediente albumina que forma

um gel e este consegue reter mais água, levando ao aumento de luminosidade, essa formação de gel foi descrita por Lu e Chen (1999).

O tratamento T1 teve somente a adição do ingrediente transglutaminase em sua formulação e os valores mostrados neste trabalho se aproximam ao valor médio de L^* (67,99) descrito por SELANI (2010) para hambúrgueres cozidos e congelados elaborados de coxa e sobrecoxa de frango. Desta forma os valores de L^* indicados neste trabalho para os tratamentos T2, T4 e T5 foram menores por causa da adição da CMS, que possui uma coloração escura devido às grandes quantidades de hemoglobina da medula liberadas durante fina moagem na produção da CMS (MCMINDES; SIEDLER, 1988).

No decorrer do armazenamento à temperatura de -18°C (Tabela 10 e Figura 6), os tratamentos com adição de CMS sofreram alterações no valor de L^* e no final do armazenamento, passou a não existir mais diferenças significativas ($p>0,05$) entre esses tratamentos, isso pode ser explicado pelo problema da fotooxidação da hemoglobina existente na CMS destes tratamentos, que segundo Andersen et al. (1989) a fotooxidação diminui somente um pouco com o declínio da temperatura de conservação, sendo um dos maiores problemas encontrado em carnes congeladas.

Tabela 9 - Cor CIELab* do valor L^* entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento

Tratamentos	Tempo em dias			
	0 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	68,72 ^b ± 2,11	68,98 ^b ± 2,07	69,39 ^b ± 2,23	69,28 ^b ± 1,87
T2	62,69 ^c ± 3,48	62,45 ^d ± 2,52	63,53 ^d ± 2,48	64,74 ^c ± 4,35
T3	72,24 ^a ± 1,95	72,28 ^a ± 1,71	72,48 ^a ± 1,52	71,99 ^a ± 1,50
T4	65,41 ^c ± 3,69	65,73 ^c ± 2,45	65,80 ^c ± 3,01	65,78 ^c ± 3,95
T5	63,89 ^d ± 4,26	65,22 ^c ± 1,64	64,82 ^c ± 2,00	64,66 ^c ± 3,23

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o parâmetro L^* entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Tabela 10 - Cor CIELab* valor L* entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos

Tempo de armazenamento	Valor L*				
	T1	T2	T3	T4	T5
0 dias	68,72 ^a ± 3,85	62,69 ^b ± 4,01	72,24 ^a ± 3,11	65,41 ^a ± 4,20	63,89 ^b ± 4,54
60 dias	68,98 ^a ± 3,38	62,45 ^b ± 3,79	72,28 ^a ± 3,09	65,73 ^a ± 3,06	65,22 ^a ± 2,53
90 dias	69,39 ^a ± 3,52	63,53 ^{ab} ± 3,14	72,48 ^a ± 2,78	65,80 ^a ± 3,46	64,82 ^{ab} ± 2,75
120 dias	69,28 ^a ± 3,51	64,74 ^a ± 4,96	71,99 ^a ± 3,45	65,78 ^a ± 4,38	64,66 ^{ab} ± 3,51

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o parâmetro L* entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Figura 6 - Valores de Cor L* durante o tempo de armazenamento

Para os valores de a^* (Tabela 11) no tempo 0, os tratamentos T1 e T3 apresentaram valores mais baixos ($p < 0,05$). Pode-se dizer que a quantidade de CMS adicionada nos demais tratamentos (T2, T4 e T5) alterou a intensidade de vermelho destes tratamentos. McMindes e Siedler (1988) descrevem que durante o processo de produção da Carne Mecanicamente Separada de Aves, grandes quantidades de hemoglobina são liberadas da medula óssea durante a separação mecânica e ruptura dos ossos e isso altera a intensidade de vermelho da CMS e desta forma pode-se perceber a diferença entre os tratamentos com CMS e sem a adição deste ingrediente.

Esperava-se que nos tratamentos T4 e T5 a adição de albumina de ovo em pó fosse interferir na intensidade de vermelho destes tratamentos, porém isso não aconteceu e os resultados corroboram ao descrito por Kato et al. (1990), onde a adição de albumina de ovo altera pouco a tonalidade de vermelho dos produtos cárneos elaborados com esse ingrediente como adjuvante de liga.

Tabela 11 - Cor CIELab* do valor a^* entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento

Tratamentos	Tempo em dias			
	0 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	$3,81^c \pm 0,79$	$3,91^c \pm 0,83$	$3,91^b \pm 0,99$	$4,11^b \pm 0,74$
T2	$6,48^{ab} \pm 1,18$	$6,97^a \pm 0,96$	$6,54^a \pm 0,69$	$6,22^a \pm 1,61$
T3	$3,72^c \pm 0,61$	$3,88^c \pm 0,50$	$3,71^b \pm 0,53$	$3,75^b \pm 0,68$
T4	$6,06^b \pm 1,02$	$6,29^b \pm 0,87$	$6,33^a \pm 0,81$	$6,09^a \pm 0,85$
T5	$6,73^a \pm 1,17$	$6,72^{ab} \pm 0,93$	$6,74^a \pm 1,00$	$6,38^a \pm 0,98$

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o valor de a^* entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Durante o armazenamento a -18°C (Tabela 12 e Figura 7), os tratamentos com adição de CMS (T2, T4 e T5) mantiveram seus valores de a^* entre 6 e 6,97 e os tratamentos sem adição de CMS (T1 e T3) mantiveram seus valores entre 3,72 e 4,11. Com esses valores pode-se dizer

que a adição dos ingredientes estudados não modificou as características do produto com relação ao teor de vermelho durante o armazenamento.

Tabela 12 - Cor CIELab* do valor a* entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos

Tempo de armazenamento	Valor a*				
	T1	T2	T3	T4	T5
0 dias	3,81 ^a ± 0,79	6,48 ^{ab} ± 1,42	3,72 ^a ± 1,12	6,06 ^a ± 1,30	6,73 ^a ± 1,43
60 dias	3,91 ^a ± 0,83	6,97 ^a ± 1,35	3,88 ^a ± 1,03	6,29 ^a ± 1,18	6,72 ^a ± 1,37
90 dias	3,91 ^a ± 0,99	6,54 ^{ab} ± 1,03	3,71 ^a ± 1,05	6,33 ^a ± 1,06	6,74 ^a ± 1,31
120 dias	4,11 ^a ± 0,74	6,22 ^b ± 1,80	3,75 ^a ± 1,43	6,09 ^a ± 1,09	6,38 ^a ± 1,16

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o valor de a* entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Figura 7 - Valores de Cor a* durante o tempo de armazenamento

4.6 Avaliação do pH

Nos valores de pH do 0 dias observou-se que os tratamentos com adição de CMS (T2, T4 e T5) apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$) (Tabela 13), indicando que a adição de CMS no reestruturado aumenta o pH do produto, principalmente devido à incorporação da medula vermelha, a qual apresenta pH na faixa de 6,8-7,4 (DENG et al., 1978). Porém, todos os tratamentos estão com valor de pH dentro da normalidade. Shirahigue (2008) descreveu valores de pH entre 6,46 e 6,79 para hambúrguer de frango cozidos em grelha elétrica (fabricados com coxa e sobrecoxa de frango) e Selani (2010) valores entre 6,41 a 6,55 para hambúrguer de frango (fabricados com coxa e sobrecoxa de frango) cozidos em grelha elétrica.

As pequenas alterações no pH durante o armazenamento a -18°C demonstraram que o produto manteve-se estável durante os 180 dias de armazenamento (Tabela 14 e Figura 8), isso já era de se esperar pela barreira imposta pela baixa temperatura. Segundo Cox et al. (1998) a carne de frango estocada a temperatura -18°C mantém suas características microbiológicas inalteradas durante o período de estocagem citado acima e segundo Robertson (1992), o congelamento a temperatura de -18°C reduz a velocidade de reações químicas, como a atividade enzimática.

Tabela 13 - Valor do pH entre os tratamentos nos diferentes tempos de armazenamento

Tratamentos	Tempo em dias			
	0 dias	60 dias	90 dias	120 dias
T1	$6,34^b \pm 0,07$	$6,32^b \pm 0,05$	$6,31^b \pm 0,03$	$6,38^{bc} \pm 0,07$
T2	$6,40^a \pm 0,07$	$6,38^a \pm 0,07$	$6,40^a \pm 0,04$	$6,44^a \pm 0,07$
T3	$6,30^c \pm 0,05$	$6,33^b \pm 0,06$	$6,29^b \pm 0,03$	$6,34^c \pm 0,07$
T4	$6,38^a \pm 0,05$	$6,38^a \pm 0,05$	$6,39^a \pm 0,04$	$6,41^{ab} \pm 0,08$
T5	$6,39^a \pm 0,09$	$6,39^a \pm 0,10$	$6,39^a \pm 0,03$	$6,41^{ab} \pm 0,06$

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o parâmetro pH entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Tabela 14 - Valor de pH entre os tempos de armazenamento nos diferentes tratamentos

Tempo de armazenamento	pH				
	T1	T2	T3	T4	T5
0 dias	6,34 ^b ± 0,07	6,40 ^b ± 0,07	6,30 ^{bc} ± 0,06	6,38 ^b ± 0,05	6,39 ^a ± 0,09
60 dias	6,32 ^{bc} ± 0,06	6,38 ^b ± 0,08	6,33 ^{ab} ± 0,07	6,38 ^b ± 0,05	6,39 ^a ± 0,10
90 dias	6,31 ^c ± 0,04	6,40 ^b ± 0,05	6,29 ^c ± 0,04	6,39 ^{ab} ± 0,04	6,39 ^a ± 0,03
120 dias	6,38 ^a ± 0,07	6,44 ^a ± 0,07	6,34 ^a ± 0,07	6,41 ^a ± 0,09	6,41 ^a ± 0,06

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando o parâmetro pH entre os tempos de armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Figura 8 - Valores pH durante o tempo de armazenamento

4.7 Valores de TBARS

Os valores de todos os tratamentos (Tabela 15 e Figura 6) durante o tempo de armazenamento congelado ficaram abaixo de 0,5 mg de MA /kg mostrando que a combinação da adição do antioxidante eritorbato de sódio e o armazenamento a -18°C contribuiu para mínima oxidação do produto, que segundo Colla e Prentice-Hernández (2003) e Robertson, (1992) o congelamento diminui drasticamente o processo de oxidação lipídica, devido ao fato da baixa temperatura diminuir a oxidação de gorduras.

Os resultados encontrados neste projeto estão de acordo com o descrito por Rhee et al. (1997), que verificaram que o ácido ascórbico e ascorbato de sódio na quantidade de 0,025-0,05% quando usado em produtos cárneos inibem a oxidação lipídica e preservam o sabor desejável da carne e isso foi demonstrado neste estudo. O mesmo foi evidenciado por Ozer e Sariçoban (2010), que ao analisarem hambúrgueres feito com CMS, armazenados crus congelados (-20°C), os tratamentos com ácido ascorbico e ascorbato de sódio mantiveram oscilações durante o armazenamento e valores abaixo de TBARS (0,534 mg malonaldeídos/kg).

Tabela 15 - Média de todos os tratamentos durante o tempo de armazenamento em (mg de malonaldeídos/kg)

Tempo em dias	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
0	0.393±0.115	0.337±0.064	0.357±0.102	0.293±0.037	0.308±0.052
60	0.339±0.163	0.308±0.133	0.286±0.094	0.305±0.120	0.280±0.133
120	0.311±0.052	0.327±0.032	0.302±0.051	0.280±0.048	0.297±0.042
180	0.274±0.097	0.271±0.103	0.219±0.031	0.233±0.061	0.239±0.087

Média e desvio padrão dos tratamentos.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Figura 9 - Valores de mg de malonaldeídos em reestruturados durante o tempo de armazenamento

Esses valores anteriormente citados indicam que os reestruturados mantiveram sua qualidade sensorial adequada baseada nos dados encontrados na literatura, pois os odores de ranço são detectados por provadores treinados e não treinados quando os resultados de TBARS estão na faixa de 0,5 – 1,0 e 0,6 – 2,0 mg malonaldeído/Kg amostra, respectivamente (COUNSELL; HORNIG, 1981).

Existiu neste estudo uma pequena oscilação nos valores de mg de malonaldeídos durante todo armazenamento em todos os tratamentos. Essa oscilação também foi evidenciada por Shamberger e Willis (1977), pois o malonaldeído pode combinar-se com outros componentes químicos dos alimentos, tais como as proteínas, formando compostos muito estáveis, que podem conduzir a uma subestimação do valor final de TBARS.

4.8 Análise sensorial

O perfil do consumidor ficou distribuído da seguinte forma: 58% dos consumidores com idade entre 21 – 30 anos, 13% com idade entre 31 – 40 anos, 21% com idade entre 41 – 50 anos e 8% com idade entre 51 – 60 anos; em sua maioria 48,10%, consomem steak/nuggets a cada

15 dias, 23,10% consomem uma vez por semana, 19,20% consomem 2 vezes por semana e 9,60% consomem 3 ou mais vezes por semana.

4.8.1 Classe econômica dos consumidores

É possível observar através da Figura 10 que 69% dos provadores pertenciam às classes B1 e B2, 25% às classes A1 e A2 e 6% à classe C, que segundo a ANEP (2001) a classe B corresponde a 21% da população brasileira e possuem uma renda média familiar mensal entre R\$ 1700,00 a 2800,00, a classe A corresponde a 6% da população brasileira e possuem uma renda média familiar mensal entre R\$ 4700,00 a 7800,00 e a classe C corresponde a 36% da população brasileira com uma renda familiar mensal de R\$ 927,00. Desta forma a grande maioria dos consumidores que aceitaram participar da análise sensorial (88%) possuem de médio a alto poder aquisitivo.

Figura 10 – Distribuição da classe econômica dos consumidores

4.8.2 Análise dos dados de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global.

Na análise de variância dos dados de aceitação dos cinco tratamentos de reestruturados de frango não foram encontradas diferenças significativas ($p=5\%$) nas médias de aceitação dos atributos avaliados, apresentando no teste F, valores não significativos para a cor

($p=0,088345$), odor ($p=0,123559$), sabor ($p=0,071045$), maciez ($p=0,117022$), suculência ($p=0,616526$) e qualidade global ($p=0,117417$).

Nas médias dos valores de aceitação dos atributos avaliados observou-se que à exceção da cor, que obteve uma aceitação média de 6,3 (gostei ligeiramente), todos os demais atributos obtiveram uma aceitação média em torno de 7 (gostei moderadamente) na escala hedônica, significando que os reestruturados de frango tiveram boa aceitação entre os consumidores que avaliaram os produtos (Tabela 16). Também, nos histogramas das notas de aceitação dos diferentes atributos avaliados para cada produto, observou-se em geral que houve uma boa porcentagem de consumidores que avaliaram os reestruturados com notas de 7 (gostei moderadamente), 8 (gostei muito) e 9 (gostei extremamente) na escala hedônica de 9 pontos (Figuras 11,12 e 13). Na Tabela 16 e Figura 14 observou-se em todas as formulações, que a cor foi o atributo que recebeu as menores notas de aceitação, mesmo assim, as médias se mantiveram na faixa de aceitação, variando de 5.9 (gostei ligeiramente) a 6.6 (gostei moderadamente). A razão dessas menores notas na avaliação da cor, pode ter sido devido à combinação dos ingredientes cárneos, sobrecoxa, peito de frango e CMS que atribuiu ao produto uma cor desuniforme. Os consumidores estão acostumados a consumir o nuggets e o hambúrguer de frango; no primeiro caso a cobertura do nuggets mascara a cor do produto e no segundo caso a cominuição das carnes para a fabricação do hambúrguer deixa o produto com uma cor mais uniforme. Também, na Figura 14 manifestou-se que em todos os atributos avaliados, o tratamento T2 tendeu a receber as menores notas de aceitação, e notadamente na cor, onde obteve a aceitação mais baixa de 5.9 entre todas as formulações, isto pode ser devido a que a formulação deste tratamento com a combinação de Carne Mecanicamente Separada de Aves (CMS) e transglutaminase (TG), sendo que esta combinação não agradou os consumidores, devido ao escurecimento provocado pela adição da CMS que não foi observado nos demais tratamentos com a adição deste ingrediente (T4 e T5) possivelmente pela adição da albumina, ingrediente que diminui o impacto negativo na cor provocado pela adição da CMS.

Tabela 16 - Médias e desvios padrões de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturado de frango

Amostra	Média Aceitação global	Média Aceitação da cor	Média Aceitação do odor	Média Aceitação do sabor	Média Aceitação da maciez	Média Aceitação da suculência
T1	7,1 ^a ± 1,29	6,4 ^a ± 1,64	6,9 ^a ± 1,32	7,1 ^a ± 1,20	7,2 ^a ± 0,86	6,9 ^a ± 1,12
T5	6,8 ^a ± 1,48	6,4 ^a ± 1,92	7,1 ^a ± 0,94	7,0 ^a ± 1,31	7,1 ^a ± 1,22	6,7 ^a ± 1,50
T4	7,1 ^a ± 1,21	6,4 ^a ± 1,79	7,0 ^a ± 1,21	7,1 ^a ± 1,18	7,2 ^a ± 1,14	7,0 ^a ± 1,26
T3	6,8 ^a ± 1,49	6,6 ^a ± 1,60	6,9 ^a ± 0,89	6,9 ^a ± 1,53	7,0 ^a ± 1,24	6,8 ^a ± 1,30
T2	6,7 ^a ± 1,58	5,9 ^a ± 1,84	6,6 ^a ± 1,60	6,6 ^a ± 1,59	6,7 ^a ± 1,46	6,7 ^a ± 1,66
Média geral	6,9 ^a ± 1,42	6,3 ^a ± 1,77	6,9 ^a ± 1,22	6,9 ^a ± 1,37	7,0 ^a ± 1,20	6,8 ^a ± 1,38

(a,b) Médias seguidas de mesma letra na coluna comparando a aceitação entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05)

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Escala hedônica utilizada: 9 - Gostei muitíssimo; 8 - Gostei muito; 7 - Gostei; 6 - Gostei pouco; 5 - Não gostei nem desgostei; 4 - Desgostei pouco; 3 - Desgostei; 2 - Desgostei muito; 1 - Desgostei muitíssimo.

Figura 11 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação da cor, odor, dos cinco tratamentos de reestruturados de frango

Figura 12 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação de sabor, maciez dos cinco tratamentos de reestruturados de frango

Figura 13 - Histogramas de frequências dos dados de aceitação da suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturados de frango

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Escala hedônica utilizada: 9 - Gostei muitíssimo; 8 - Gostei muito; 7 - Gostei; 6 - Gostei pouco; 5 - Não gostei nem desgostei; 4 - Desgostei pouco; 3 - Desgostei; 2 - Desgostei muito; 1 - Desgostei muitíssimo.

Figura 14 - Diagramas de linhas superpostas mostrando as médias de aceitação da cor, odor, sabor, maciez, suculência e qualidade global dos cinco tratamentos de reestruturados de frango

4.8.3 Análise da intenção de compra

Diferenças significativas ($p= 0,019029$) nas médias de intenção de compra das 5 formulações de steak de frango foram encontradas na análise de variância. Observou-se que o tratamento T2 obteve a menor intenção de compra, apresentando uma média de 3,3 (talvez compraria/talvez não compraria), enquanto os demais tratamentos obtiveram uma média próxima a 4,0 (provavelmente compraria) (Tabela 17 e Figura 15). Esta menor intenção de compra do tratamento 2 provavelmente foi causada pela menor aceitação da cor deste tratamento, provocada pela adição da CMS que possivelmente deixou o produto com uma cor pouco atraente para o consumidor. Isto significa que para os consumidores deste tipo de produtos, a cor é um atributo importante que influencia na decisão de compra.

Tabela 17 - Médias e desvios padrões da intenção de compra dos cinco tratamentos do reestruturado

Amostra	Média Intenção de compra
T1	$3,9^a \pm 1,12$
T5	$3,7^{ab} \pm 1,04$
T4	$3,7^{ab} \pm 1,18$
T3	$3,8^{ab} \pm 1,17$
T2	$3,3^{bc} \pm 1,27$

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Escala utilizada na intenção de compra: 5 - Certamente Compraria; 4 - Provavelmente compraria; 3 - tal vez compraria/tal vez não compraria; 2 - Provavelmente não compraria; 1 - Certamente não compraria.

T1:Reestruturado com transglutaminase, T2:Reestruturado com CMS + transglutaminase, T3:Reestruturado com albumina de ovo em pó, T4:Reestruturado com CMS + Albumina de ovo em pó, T5:Reestruturado com CMS + transglutaminase + Albumina de ovo em pó.

Escala utilizada na intenção de compra: 5 - Certamente Compraria; 4 - Provavelmente compraria; 3 - tal vez compraria/tal vez não compraria; 2 - Provavelmente não compraria; 1 - Certamente não compraria.

Figura 15 - Diagrama mostrando as médias com seus respectivos intervalos de confiança de 95% para os cinco tratamentos de reestruturados de frango

5 CONCLUSÃO

A combinação da embalagem “*cookin in ship*”, uma adequada e bem dimensionada curva de cozimento, o uso da quantidade adequada eritorbato de sódio e armazenamento a -18°C e de grande interesse para indústria, de modo a preservar as características qualitativas de produtos reestruturados de carne de frango.

A adição da Carne Mecanicamente Separada de Aves (CMS) não alterou o perfil de ácidos graxos e o teor de colesterol dos reestruturados. Isso foi possível devido à retirada da pele e do excesso de gordura no momento da produção da Carne Mecanicamente Separada.

A utilização da albumina de ovo em pó e transglutaminase em reestruturados são interessantes para a indústria, pois o primeiro ingrediente aumenta o teor de luminosidade do reestruturado e o segundo produz uma menor perda de peso. Porém no teor de vermelho, a albumina não conseguiu interferir diminuindo os valores de a^* nos tratamentos com adição de CMS.

Nas análises de cor objetiva, os tratamentos com CMS (T2, T4 e T5) ficaram mais escuros e com maior teor de vermelho, porém na análise sensorial com consumidores em média “gostaram ligeiramente” da cor do reestruturado e os demais atributos em “média gostaram moderadamente”. Mesmo com as diferenças significativas ($p < 0,05$) ocorridas na luminosidade e no teor de vermelho (cor objetiva), os consumidores não perceberam diferenças entre os tratamentos e todos foram bem aceitos. Na intenção de compra, a combinação da transglutaminase e da CMS produziu um reestruturado com uma tonalidade de cor que não foi bem aceita pelos consumidores e este tratamento teve a menor intenção de compra.

REFERÊNCIAS

- ABURUWAIDA A.S.; SAWAYA W.N.; DASHTI B.H.; BAROON Z.H.; ALOTHMAN H.A. Microbiological shelf-life and quality of frozen broiler chickens stored under simulated market temperatures. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v.76, p.827-830, 1996.
- AGUIAR, A.P.S.; ORTEGA, E.M.M.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J. Avaliação da análise de correspondência na avaliação da qualidade de cortes de frango. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 49., 2004, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004.
- ALLEONI A.C.C. Albumen protein and functional properties of gelation and foaming, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.3, p.291-298, 2006.
- ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Perfil de textura e umidade espremível de géis de clara de ovos cobertos com concentrado protéico de soro de leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, p.153-157, 2005.
- ANDERSEN, H.J.; BERTELSEN, G.; SKIBSTED, L.H., Colour stability of minced beef. Ultraviolet barrier in packaging material reduces light-induced discoloration of frozen products during display. **Meat Science**, Oxford, UK, v. 28, p. 87 – 97, 1989.
- ANDREWS, W. H.; RUSSEL, R.S.; SILIKER, J.; BAILEY, J.S. Salmonella. In: DOWNES, P. F; ITO, K. (Ed.). **Microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. chap. 37, p. 357-380.
- ANG, C.Y.W.; HAMM, D. Proximate analyses, selected vitamins and minerals and cholesterol content of mechanically deboned and hand-deboned broiler parts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.47, p.885-888, 1982.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA – ANUALPEC. São Paulo: FNP, 2010.
- ATOUI, A. K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. **Food Chemistry**, London, v. 89, p. 27-36, 2005.
- ÁVILA, C. P. Formatados. In: OLIVO, R. (Ed.). **Mundo do frango**. Criciúma, Editora do Autor, 2006. cap. 35, p. 447-452.
- AZEVEDO GOMES, H.; SILVA, E. N.; CARDELLO, H. M. A. B.; CIPOLLI, K. M. V. A. B. Effect of gamma radiation on refrigerated mechanically deboned chicken meat quality. **Meat Science**, Oxford, UK, v 65, p 919-926, 2003.
- BARBUT, S. Poultry products-formulations and gelation. In:_____. **Poultry products processing: an industry guide**. Boca Raton: CRC Press, 2002. chap. 9, p.249 – 287.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Oxidative stress: relations between the formation of reactive species and the organism's defense. **Química Nova**, São Paulo, v.29, p. 113-123, 2006.

BERAQUET, N.J.; GALVÃO, M.T.; ARIMA, H.K.; SILVA, R.Z. Efeito das condições de processamento e tipo de matéria prima no rendimento e na composição de carne de frango mecanicamente separada. (Effects of processing conditions and types of raw material on yield and composition of mechanically separated chicken meat.) **Coletânea do Instituto Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, p.196-200, 1989.

BRAGAGNOLO, N. **Fatores que influenciam o nível de colesterol, lipídios totais e composição de ácidos graxos em camarão e carne.** 123p. 1997. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol em carne de frango. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 2, p. 122-131, 1992.

_____. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, n.16, p.147-153, 2003.

BRASIL. Ministério da agricultura, abastecimento e pecuária. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada (CMS) de aves, bovinos e suínos. **Diário Oficial**, Brasília, 5 abr. 2000. p. 6-7. Instrução Normativa, 4 - Anexo 1.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001: **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Brasília, 2001. Disponível em<<http://legis.anvisa.gov.br/leiref/public/showAct.php?id=144&word=padr%C3%B5esmicrobiol%C3%3gicos>>. Acesso, em: 10 de março de 2009.

CASTRO, J.B.J.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; ORTEGA, E.M.M.O.; PEDREIRA, M.S. Jejum alimentar na qualidade da carne de frangos de corte criados em sistema convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 02, p.470-476, 2008.

COLLA, L.M.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Congelamento e descongelamento – Sua influência sobre os alimentos. **Vetor**, Rio Grande, v.13, p.53-66, 2003.

COUNSELL, J.N.; HORNIG, D.H. **Vitamin C** (ascorbic acid). London: Applied Science Publishers, 1981. 383p.

COX N.A.; MERCURI A.J.; TANNER D.A.; CARSON M.O.; THOMSON J.E.; BAILEY J.S. Effectiveness of sampling methods for *Salmonella* detection on processed broilers. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 41, p.341 - 343, 1978.

DEGENHARDT, J. Carne mecanicamente separada (CMS). In: OLIVO, R. (Ed.). **Mundo do frango**. Criciúma: Editora do Autor, 2006. cap. 30, p. 387 - 404.

DENG, J.C.; WATSON, M.; BATES, R.P.; SCHROEDER, E.; Ascorbic-acid as an antioxidant in fish flesh and its degradation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, p. 457 - 460 1978.

DIMITRAKOPOOULOU, M.A.; AMBROSIADIS, J.A.; ZETOU, F.K.; BLOUKAS, J.G. Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing condition on quality characteristic of phosphate-free cooked, restructured pork shoulder. **Meat Science**, Oxford, UK, v.70, p.743-749, 2005.

FELLOWS, P. Pasteurisation. In:_____. **Food processing technology: principles and practice**. Boca Raton: CRC Press, 1988. chap 11, p. 241-249.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 2000. 1280 p.

FIELD, R. A. Mechanically separated meat, poultry and fish. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Edible meat by-products**. London: Elsevier, 1988. chap. 4, p. 83-128.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 22, p.497 - 509, 1957.

FRONING, G. W. Mechanical deboning of poultry and fish. **Advances in Food Research**, New York, v.27, p. 109-147, 1981.

FRONING, G. W.; McKEE, S.R. Mechanical separation of poultry meat and its use in products. In: SAMS, A.R. (Ed.). **Poultry meat processing**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001. chap. 14, p.243-256.

GALVÃO, M.T.E.L. **Industrialização da carne de frango**. Campinas: Centro de Tecnologia de carnes – ITAL, 1992. 78p.

GARCIA, R.G.; CALDARA, F. R. VARGAS-JUNIOR, F.M.; GRACIANO, J.D.; FREITAS, L.W.; SCHWINGEH, A.W.; MARIN, D.; AMADORI, A.H. Jejum alimentar pré-abate no rendimento e qualidade de carcaça de frangos de corte tipo griller. **Revista Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.113-121, 2008.

GEIGES, O. Microbial processes in frozen foods. **Advances in Space Research**, London, v. 18, p. 109-118, 1996.

GENOT, C. Congelación y textura de la carne. In:_____. **Congelación y calidad de la carne**. Zaragoza: Acribia. 2003. cap 1, p.37-39.

GEORGE, R.M. Freezing processes used in the food industry. **Trends in Food Science and Technology**, London, v.4, p.134 - 136, 1993.

GRAY, J. I; GOMAA, E. A.; BUCLKEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Oxford, UK, v. 43, p. 111-123, 1996.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids and lipoproteins. **Journal of Lipid Research**, San Diego, v. 31, n. 7, p. 1149-1172, 1990.

HARDER, M. N. S. **Efeito do urucum (*Bixa orellana*) na alteração de características de ovos de galinha poedeiras**. 74 p. 2005. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

HARTMAN, L.; LAGO, R. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, London, v. 22, n. 8, p.475 – 476, 1973.

HAUTRIVE, T. P.; OLIVEIRA, V. R.; , SILVA, A. R. D.; TERRA, N. N.; CAMPAGNOL, P. C. B. Análise físico-química e sensorial de hambúrguer elaborado com carne de avestruz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p. 95-101, 2008.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOOD (ICMSF). **Microorganismos de los alimentos**: Su significado y métodos de enumeración. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 439 p.

JAY, J.M. **Modern food microbiology**. 5ed th. New York: Chapman & Hall, 1992. 661p.

JIANG, Z.; FENTON, M.; SIM, J.S. Comparison of four different methods for egg cholesterol determination. **Poultry Science**, Savoy, n.70, p.1015-1019, 1991.

JO, C.; AHN, D.U. Fluorometric analysis of 2-thiobarbituric acid reactive substances in turkey. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, p. 475-480, 1998.

JOHNSON, T.M.; ZABIK, M.E. Egg albumen proteins interactions in an angel food cake system. **Journal of Food Science**, Chicago, v.46, p.2071- 2083, 1981.

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

KATO, A., HISHAM, R. I., HIROYUKI, W., HONMA, K., KOBAYASHI, K. Structural and gelling properties of dry-heating egg white proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v38, p 32 – 37. 1990.

KEETON, J. T. Formed and emulsion products. In: SAMS, A.R. (Ed.). **Poultry meat processing**. Boca Raton: Taylor and Francis Group, 2001. chap. 12, p.195 - 226.

KINSELLA, J.E. Milk proteins: physicochemical and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, New York, v.21, p.197-262, 1984.

KINSELLA, J. E., LOKESH, B., STONE, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v.52, p. 1-28, 1990.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators. In: DOWNES, P. F; ITO, K. (Ed.). **Microbiological examination of foods**. Washington, American Public Health Association, 2001. chap. 8, p. 69-82.

KUBOW, S. Lipid oxidation products in food and atherogenesis. **Nutrition Reviews Journal**, Hoboken, v.51, n.2, p.33-40, 1993.

KUMAR, S.; PEDERSEN-WISMER, J.; CASPERSEN, C. Effect of raw materials, deboning methods and chemical additives on microbial quality of mechanically deboned poultry meat during frozen storage. **Journal of Food Science and Technology**, Chicago, v.23, n.4, p.217-220, 1986.

LABBE, R.G. Clostridium perfringens. In: DOWNES, P. F; ITO, K. (Ed.). **Microbiological examination of foods**. Washington, American Public Health Association, 2001. chap. 34, p. 325-330.

LAMBERTSON, G. Trans fatty acids topic for lipidforum. **American Oil Chemists' Society**, Urbana, v3, p.196 - 198, 1992.

LANCETTE, G.A.; BENNETT, R.W. Staphylococcus aureus and Staphylococcal Enterotoxins. In: DOWNES, P. F; ITO, K. (Ed.). **Microbiological examination of foods**. Washington, American Public Health Association, 2001. chap. 39, p. 387-403.

LAUDADIO, V.; TUFARELLI, V. Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (Pisum sativum cv. Spirale) as a substitute of soybean meal. **Poultry Science**, Savoy, v. 89, p.1537-1543, 2010.

LEE, S.K.; MEI, L.; DECKER, E.A. Lipid oxidation in cooked turkey as affected by added antioxidant enzymes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 4, p. 726-728, July/Aug. 1996.

LOWRY, P.D.; GILL, C.O. Microbiology of frozen meat and meat products. In: ROBINSON, R.K. (Ed.). **Microbiology of frozen food**. London: Elsevier Applied Science, 1985. chap. 4, p. 109-168.

LU, G.H.; CHEN, T.C. Application of egg white and plasma powder as muscle food binding agents. **Journal of Food Engineering**, London, v. 42, p.147 - 151, 1999.

LUND, D.B. Effects of blanching, pasteurization, and sterilization on nutrients. In: HARRIS, R.S.; KARMAS, E. (Ed.). **Nutritional evaluation of food processing**. New York: AVI Publishing Co, 1975. chap 9, p. 205–239.

MADRUGA, M.S.; FIGUEIREDO, M.J.; NUNES, M.L.; LIMA, F.M.S. Teores de colesterol de lingüiças de frango light e tradicionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, p.527-531, out/dez. 2004.

MANGINO, M.E. Gelation of whey protein concentrates. **Food Technology Journal**, Chicago, v.46, n.1, p.114-117, 1992.

MATSUMURA, Y.; MORI, T. Gelation. In: HALL, G.M. **Methods of testing protein functionally**, London: Chapman e Hall. p.76-109, 1996.

MCMINDES, M. K.; SIEDLER, A. J. Nitrite mode of action: inhibition of yeast pyruvate decarboxylase (E.C. 4.1.1.1) and clostridial pyruvate:ferredoxin oxidoreductase (E.C. 1.2.7.1) by nitric oxide. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 53, n. 3, p. 917-919, 1988.

MCNEILL, J.; KAKUDA, Y. Influence of carcass parts and food additives on the oxidative stability of frozen mechanically separated and hand-deboned chicken meat. **Poultry Science**, Savoy, v. 67, n. 2, p. 270-274, 1988.

MEAD, G.C. Microbiological quality of poultry meat: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, Champaign, v.6, n.3, p.135-142, 2004.

MEANS, W. J.; SCHMIDT, G. R. Restructuring fresh meat without the use of salt or phosphate. In PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. (Ed.). **Advances in meat research**. New York, AVI Book, 1987. chap. 14, p.469-487.

MINE, Y. Recent advances in the understanding of egg white protein functionally. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v.6, p.225- 231, 1995.

MITSUMOTO, M. Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. **Meat Science**, Oxford, UK, v.69, n.4, p. 773-779, 2005.

MORAIS, S.C.D.; MENTEN, J.F.M.; BRAINER, M.M.A.; VALE, M.M. Altos níveis dietéticos de cobre no desempenho e no colesterol sérico e muscular de frango de corte. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.1-5, 2001.

MÓRI C.; GARCIA E. A.; CRISTIANA ANDRIGHETTO C.; PELÍCIA K. Carne de aves separada mecanicamente (mechanical separated poultry meat) **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET** v.7, n. 4, p.1-6. 2006. Disponível em:<<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acesso em: 15 mai 2008.

MOTOKI, M.; KUMAZAWA, Y. Recent research trends in transglutaminase technology for food processing. **Food Science and Technology Research**, Tokyo, v.6, n.3, p.151-160, 2000.

NORNBERG, J.L. Aproveitamento de subprodutos: resíduo ósseo da CMS. In: CURSO DE TECNOLOGIA DE PRODUTOS CÁRNEOS, 1994, Santa Maria. **Aproveitamento de subprodutos: resíduo ósseo de CMS**. Santa Maria: UFSM, 1994.78p.

OMONI, A. O.; ALUKO, R. E. **Trends in Food Science and Technology**, London, v.16, p.344-347, 2005.

OSAWA, C.C.; FELÍCIO, P.E.E.; GONÇALVES, L.A.G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

OZER, O.; SARIÇOBAN, C. The effects of butylated hydroxyanisole, ascorbic acid, and α -tocopherol on some quality characteristics of mechanically deboned chicken patty during freeze storage. **Czech Journal of Food Sciences**, Praga, v.28, p.150 – 160, 2010.

PAULINO R.; LEMOS A.L.C.; NESTRI M.; ANDRADE J.C.; HAGUIWARA M.M.H.; Efeito do tipo de Cominuição e de Ingredientes não Cárneos em Reestruturados Bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba. **Anais...** Campinas: Instituto Tecnologia de Alimentos, 2006.

PEARSON, A.M., GILLETT, T.A. **Processed meats**. 3rd ed. New York: Chapman & Hall, 1996. 448p.

PEARSON, A.M.; GRAY, I.J.; WOLZAK, A.M.; HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, Chicago, v. 37, n. 7, p. 121-130, 1983.

PEREIRA, N.R.; TARLEY, C.R.T.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E. Proximate composition and fatty acid profile in Brazilian poultry sausages. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v.13, p.915-920, 2000.

PIETRASIK, Z. Binding and textural properties of beef gels processed with k-carrageenan, egg albumin and microbial transglutaminase. **Meat Science**, Oxford, UK, v.63, p 317–324, 2003.

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

POTTER, N.N.; HOTCHIKISS, J.H. **Food Science**. 5th ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 608 p.

RAMASWAMY, H.S.; ABBATEMARCO, C. Thermal processing of fruits. In: BARRETT, D.M.; SOMOGYI, L.P.; RAMASWAMY, H.S.; (Ed.). **Processing fruits: science and technology**. Lancaster: Technomic Publ., 1996. chap. 9, p.25–65.

RAMIRES, J.A.F. **Viva com mais Saúde**. São Paulo: Instituto Phorte Educação, 2009. 480p.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. New York: Marcel Decker, 1992. 676p.

RHEE, K.S.; KRAHL, L.M.; LUCIA, L.M.; ACUFF, G.R. Antioxidative/antimicrobial effects and TBARS in aerobically refrigerated beef as related to microbial growth. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, p.1205–1210, 1997.

ROCKLAND, L.B.; STEWART, B.F. **Water activity: influences on food quality**. New York: Academic Press, 1981. 916p.

SAHAGIAN, M. E.; GOFF, H. D. Fundamental aspects of the freezing process. In: JEREMIAH, J.E. (Ed.). **Freezing effects on food quality**. New York: Marcel Dekker, 1996. chap.1, p.1–50.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M. **Embalagens plásticas para produtos cárneos curados: embalagens para produtos cárneos**. Campinas: ITAL, 1991. p. 21 – 29.

SCARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos**. São Paulo: Varela, 1996. 517p.

SELANI, M. M. **Extrato de bagaço de uva como antioxidante natural em carne de frango processada e armazenada sob congelamento**. 101p. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SHAMBERGER, R.J.; SHAMBERGER, B.A.; WILLIS, C.E. Malonaldehyde content of food. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 107, n. 8, p. 1404-1409, 1977.

SHIRAHIGUE, L.D. **Caracterização química de extratos de sementes e casca de uva e seus efeitos antioxidante sobre carne de frango processada e armazenada sob refrigeração**. 2008. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SILVA, F. V. M.; GIBBS P. A. Principles of thermal processing: pasteurization. In: SIMPSON, R. (Ed). **Engineering aspects of thermal food processing**. Boca Raton, CRC Press, 2009. chap. 2, p.13-48.

SILVA, F.A.M.; BORGES, M.F.M.; FERREIRA, M.A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v.22, n.1, p. 94-103, 1999.

SINCLAIR, A.J. Dietary and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Food Australia**, Sydney, v.45, p.226-231, 1993.

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S.S. A critical examination of some experimental variables in the 2- thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und-Forschung**, New York, v.202, n. 3, p.205-210, 1996.

SOUSA, A. E. ; TEIXEIRA, V. C. L.; MELLO, M. R. P. A. Aplicação de redes neurais para a avaliação do teor de carne mecanicamente separada em salsicha de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.23, n.3, p.307-311, 2003.

STADELMAN, W.J.; COTTERILL, O.J. **Egg science and technology**. 3rd ed. Wesport: AVI Publisher company. 1995. 449p.

STUMBO, C.R.. Thermal resistance of bacteria. In:_____. **Thermobacteriology in food processing**. New York: Academic Press, 1973, chap. 8, p. 93 – 118.

TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M.; YOUNATHAN, M.T. A distillation for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemist's Society**. Urbana, v. 37, p. 44-48, 1960.

THIPPAREDDI, H.; SANCHEZ, M. Thermal processing of meat products. In: DA-WEN, D. (Ed.). **Thermal food processing new technologies and quality issues**. New York: CRC Press, 2006. chap. 6, p.155-194.

TOMPKIN, R.B.; CHISTIANSEN, L.N.; SHAPARIS, A.B. Antibotulinal role of isoascorbate in cured meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.1368-1370, 1978.

TRINDADE, M.A.; FELÍCIO, P.E. de; CASTILLO, C.J.C. Mechanically separated meat of broilers breeder and white layer spent hens. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.2, p.234-239, 2004.

UDAETA, J. E. M.; TERRA, N. N. Efeito do caseinato de sódio nas propriedades sensoriais do presunto "cook-in". **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.157-162, 1995.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 2. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

VIEIRA, E. C. Os Valores do ovo. **Avicultura Industrial**, Campinas, v. 90, n. 1076, p. 17-19, 2000.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fatte Seifen Anstrichmittel**, Leinfelden-Echterdingen, v.72, p.1084-1087, 1970.

_____. Evaluation of direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fette Seifen Anstrichmittel**, Leinfelden-Echterdingen, v. 77, n. 6, p. 239-240, 1975.

YANG, A. Warmed-over flavor and lipid stability of beef: effects of prior nutrition. **Food and Chemical Toxicology**, Richmond, v.67, n.9, p.3309-3313, 2002.

ANEXOS

ANEXO 1 – Valores coletados para a análise e elaboração da curva de tratamento térmico.

Tempo em minutos	Temperatura da água em °C	Temperatura do ponto frio em °C	Taxa letal	Letalidade no intervalo de 2 minutos
0	82,8	7,8	3,51E-09	0,000000
2	82,8	7,8	3,51E-09	0,000000
4	77,2	51,5	0,000325	0,000000
6	77,2	51,6	0,000333	0,000649
8	76,5	67,1	0,019235	0,000666
10	76,4	67,1	0,019235	0,038470
12	77,0	73,4	0,100000	0,038470
14	77,1	73,4	0,100000	0,200000
16	78,0	76,2	0,208057	0,200000
18	77,9	76,2	0,208057	0,416114
20	79,0	78,0	0,333217	0,416114
22	79,1	78,0	0,333217	0,666434
24	80,0	79,3	0,468225	0,666434
26	79,9	79,3	0,468225	0,936450
28	80,9	80,6	0,657933	0,936450
30	80,8	80,6	0,657933	1,315866
32	81,7	81,7	0,877368	1,315866
34	81,8	81,7	0,877368	1,754736
36	54,6	73,9	0,113977	1,754736
38	54,6	73,9	0,113977	0,227955
40	55,5	64,0	0,008547	0,227955
42	55,4	63,9	0,008326	0,017094
44	41,1	56,3	0,001140	0,016653
46	40,9	56,2	0,001110	0,002280
48	30,6	42,1	2,77E-05	0,002221
50	30,5	42,1	2,77E-05	0,000055
52	29,3	34,9	4,22E-06	0,000055
54	29,4	34,9	4,22E-06	0,000008

ANEXO 2 – Questionário utilizado para a realização da análise sensorial

Nome: _____

Qual a sua faixa etária:

☐ 21 – 30

☐ 31 – 40

☐ 41 – 50

☐ 51 – 60

☐ Maior que 60

Com que frequência você consome NUGGETS/HAMBÚRGUER DE FRANGO?

☐ Três ou mais vezes por semana

☐ Duas vezes por semana

☐ Uma vez por semana

☐ A cada 15 dias

Com que frequência você consome PEITO DE FRANGO?

☐ Três ou mais vezes por semana

☐ Duas vezes por semana

☐ Uma vez por semana

☐ A cada 15 dias

Em que ocasião você consome NUGGETS/HAMBÚRGUER DE FRANGO?

- ☐ Durante a semana
- ☐ Finais de semana
- ☐ Ambos

Por favor, indique qual (ais) a(s) marca(s) mais consumida:

- ☐ SADIA
- ☐ PERDIGÃO
- ☐ DA GRANJA
- ☐ REZENDE
- ☐ BATAVO
- ☐ SEARA
- ☐ OUTROS

Se você selecionou OUTROS na pergunta anterior, por favor, descreva qual(is):

Indique o quanto você gostou da amostra de MODO GLOBAL:

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei
- ☐ Gostei pouco
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei pouco
- ☐ Desgostei
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Indique o quanto você gostou da COR da amostra:

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei
- ☐ Gostei pouco
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei pouco
- ☐ Desgostei
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Indique o quanto você gostou do ODOR da amostra:

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei
- ☐ Gostei pouco
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei pouco
- ☐ Desgostei
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Indique o quanto você gostou da MACIEZ da amostra:

- ☐ Gostei muitíssimo
- ☐ Gostei muito
- ☐ Gostei
- ☐ Gostei pouco
- ☐ Não gostei nem desgostei
- ☐ Desgostei pouco
- ☐ Desgostei
- ☐ Desgostei muito
- ☐ Desgostei muitíssimo

Comente o que você MAIS GOSTOU da amostra?

Comente o que você MENOS GOSTOU da amostra?

Com relação à INTENÇÃO DE COMPRA da amostra, você:

- ☐ Certamente compraria
- ☐ Provavelmente compraria
- ☐ Talvez compraria/ Talvez não compraria
- ☐ Provavelmente não compraria
- ☐ Certamente não compraria

ANEXO 3 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE

PROJETO DE PESQUISA: TRANSGLUTAMINASE E ALBUMINA DE OVO EM REESTRUTURADOS COZIDOS CONGELADOS DE FRANGO.

AUTORES DA PESQUISA: Márcio Aurélio de Almeida, Kátia M. V. A. B. Cipolli e Camen J. Contreras Castillo.

JUSTIFICATIVA: Em 2009 a produção brasileira de carne de frango atingiu uma produção de 11 milhões de toneladas, com exportações de frango ultrapassando três milhões de toneladas, um terço representado pelo frango inteiro e o restante pelos cortes e no mesmo período, com um consumo per capita de 40,1 Kg. Os cortes especiais e industrializados (representados pelos embutidos e pratos prontos) são os produtos que impulsionam a expansão no consumo, em função de um consumidor de perfil modificado devido à necessidade da redução no tempo dedicado ao preparo dos alimentos. Essa necessidade exigiu adaptações da indústria avícola para o desenvolvimento de produtos prontos para o consumo que fossem de fácil preparo. A indústria também foi beneficiada com preocupação do consumidor com a saúde, possibilitando a disposição de produtos industrializados que atendam a essa necessidade com preços atrativos em relação às outras espécies de animais de consumo. Este projeto propõe utilizar cortes menos nobres e carne mecanicamente separada em um produto com características semelhantes à um filé de frango inteiro.

POPULAÇÃO DE ESTUDO: Consumidores finais acostumados com produtos reestruturados de frango (tipo Steak), que se declarem receptivos a experimentar o reestruturado de frango e manifestem seu consentimento. Esta população deverá apresentar faixa etária entre 20 e 60 anos e será constituída, por comodidade, de estagiários e funcionários que estejam trabalhando, sem discriminação de cor e sexo, e que se disponibilizem a participar da análise sensorial.

METODOLOGIA: Consiste em um experimento com 5 variáveis: 1. produto com 1% de transglutaminase, 2. produto com 1% transglutaminase e 15% de Carne mecanicamente separada, 3. produto com 1% de albumina de ovo, 4. produto com 1% de albumina de ovo e 15% de Carne mecanicamente separada, 5. produto com 1% de transglutaminase + 1% de albumina de ovo e 15% de Carne mecanicamente separada. Foi realizada uma curva de tratamento térmico, garantindo a segurança microbiológica e após a pasteurização o produto foi armazenado a -20°C. Todos os ingredientes utilizados em todas as formulações estão devidamente registrados na ANVISA e no Ministério da Agricultura. Apesar disso, para minimizar possíveis riscos, serão feitas análises microbiológicas e físico-químicas antes que as amostras sejam oferecidas aos provadores e observadas as características organolépticas.

DESCONFORTOS E RISCOS: Riscos de reações alérgicas que serão os mesmos do consumidor do produto, os quais serão minimizados com as medidas já previstas. Porém no caso de eventual dano, o provador deve procurar o responsável pela pesquisa para as medidas cabíveis aplicadas a legislação.

ESCLARECIMENTOS: Os pesquisadores garantem fornecer respostas a quaisquer perguntas ou esclarecimentos sobre a metodologia que julguem necessários antes, durante ou após a pesquisa realizada.

LIBERDADE DOS SUJEITOS: A participação dos sujeitos da pesquisa é voluntária, podendo retirar-se em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

RESULTADOS E PRIVACIDADE: Os resultados obtidos neste trabalho serão tornados públicos em publicações e congressos, sejam eles favoráveis ou não, porém, sem identificação dos participantes, de modo a garantir o total sigilo de dados confidenciais.

Pesquisador: Márcio Aurélio de Almeida – madalmei@esalq.usp.br

Assinatura: _____

Membros da Equipe:

Kátia M. V. A. B. Cipolli - kcipolli@ital.sp.gov.br, fone: (19) 3743.1803 Carmen J. C. Contreras – ccastill@esalq.usp.br, fone: (19) 3429-4150 Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da ESALQ
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9 Piracicaba - São Paulo - CEP: 13418-900 Fone: (0xx19) 3429-4376 Fax: (0xx19) 3429-4225

Declaro aceitar participar da pesquisa de acordo com as condições estabelecidas pela mesma.

Nome: _____ RG: _____

Data: _____ Local: _____

Assinatura: _____