



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÉRICA DA COSTA MONÇÃO

**QUALIDADE DE *NUGGETS* COM INCLUSÃO DE SUBPRODUTOS DE FRANGO E
FILMES DE AMIDO**

Limoeiro do Norte - CE
2014



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÉRICA DA COSTA MONÇÃO

QUALIDADE DE *NUGGETS* COM INCLUSÃO DE SUBPRODUTOS DE FRANGO E
FILMES DE AMIDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de
Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal do
Ceará Campus Limoeiro do Norte como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Antonia Lucivânia de
Sousa Monte
Coorientadora: Prof.^a Dra. Marlene Nunes
Damaceno

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA IFCE
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE**

DIS

M734q

Monção, Érica da Costa.

Qualidade de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango e filmes de amido /
Érica da Costa Monção. – Limoeiro do Norte, 2014.
78 fls.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte, 2014.

"Orientação: Prof.^a D. Sc. Antonia Lucivânia de Sousa Monte".

"Coorientação: Prof.^a D. Sc. Marlene Nunes Damaceno".

Referências.

1. Frango - Subprodutos. 2. *Nuggets*. 3. Filmes de Amido. 4. Frango – Indústria
de Processamento. I. Monte, Antonia Lucivânia de Sousa. II. Damaceno, Marlene
Nunes. III. Título.

CDD 636.51

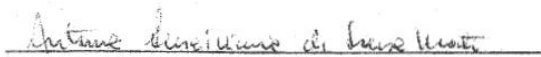
ÉRICA DA COSTA MONÇÃO

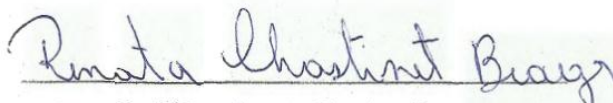
QUALIDADE DE NUGGETS COM INCLUSÃO DE SUBPRODUTOS DE FRANGO
E FILMES DE AMIDO

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal do Ceará Campus
Limoeiro do Norte como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em: 22/09/2014

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra. Antonia Lucivânia de Sousa Monte (Orientadora)
Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte


Prof.^a Dra. Renata Chastinet Braga
Instituto Federal do Ceará - Campus Limoeiro do Norte


Prof.^a Dra. Ana Sancha Malveira Batista
Universidade Estadual Vale do Acaraú

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me abençoado durante toda esta caminhada mostrando-me que fé, humildade e perseverança são essenciais para grandes conquistas. Com ELE no comando, tudo termina bem.

Aos meus pais, Francisco e Luzia, meu porto seguro, pelo amor incondicional e por, juntamente com meus irmãos, acreditarem no meu potencial para vencer diferentes desafios que aparecem, como este; aos demais familiares que, de alguma forma, me apoiaram durante toda a pós-graduação.

À minha professora e orientadora, Profa. Dra. Antonia Lucivânia de Sousa Monte, pelos seus ensinamentos, compreensão e paciência, que foram fundamentais para a concretização deste trabalho.

À professora e minha coorientadora, Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno, pelos seus ensinamentos, preocupações e por mostrar que se oferecermos o melhor de nós, faremos um ótimo trabalho; aos demais professores, pelos inúmeros ensinamentos e disponibilidade para ensinar.

Às professoras Dra. Renata Chastinet Braga e Dra. Ana Sancha Malveira Batista, por disponibilizarem seu precioso tempo para participar da banca de defesa desta dissertação e fornecerem sugestões bastante construtivas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado.

Às minhas queridas colegas de curso, em especial Elisângela, Poliana, Tanna e Zulene, por nossos momentos de alegrias, conquistas e tristezas, mas que juntas sempre víamos que tudo daria certo. Ganhei mais nove irmãs, com as quais sorri, discuti, chorei e aprendi coisas construtivas para minha vida. Adoro vocês.

Ao meu namorado, Maurício Júnior, pelo carinho e compreensão quando precisei me ausentar e por sempre acreditar no meu potencial, até mesmo quando eu não acreditava.

Às queridas bolsistas Beth e Edilânia, por terem me ajudado bastante nas análises deste trabalho. Vocês foram essenciais para que grande parte dos resultados da pesquisa estivesse nesta dissertação.

À Elizabeth, por sua amizade e seu apoio em momentos que precisei bastante. O que teria sido de mim em Limoeiro do Norte sem você? Muito obrigada mesmo, “Betinha”!

Aos técnicos de laboratórios, técnicos administrativos e aos demais funcionários do IFCE Campus Limoeiro do Norte que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a

realização desta pesquisa. Aos alunos do IFCE Campus Limoeiro do Norte, por sua participação nos testes sensoriais.

À empresa Companhia de Alimentos do Nordeste- Cialne (DUDICO). Em especial, à responsável técnica Karla Adriana e aos demais funcionárias do controle de qualidade, pela doação das matérias-primas.

Finalmente, agradeço às demais pessoas cujos nomes não foram citados, pela valiosa contribuição neste trabalho, permitindo-me, bastante feliz, escrever estes agradecimentos a vocês. A TODOS, MUITO OBRIGADA!

RESUMO

As indústrias de processamento de frango procuram inovar para atrair ainda mais os consumidores. Dentre as inovações, está o aproveitamento dos subprodutos de frango na elaboração de produtos para alimentação humana. Objetivou-se avaliar a qualidade de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango e filmes de amido. Foram elaboradas quatro formulações de *nuggets*, variando as proporções de pele e surimi de carne mecanicamente separada- CMS, respectivamente: Formulação 0 (0% e 65,29%), Formulação 1 (10% e 55,29%), Formulação 2 (15% e 50,29%) e Formulação 3 (20% e 45,29%). Foram analisados os parâmetros cor, Aw, perda de peso por cocção, pH, cinzas, lipídios, proteínas, umidade, colesterol, cálcio, índice de peróxido e carboidratos, detecção de *Salmonella* spp., contagem de coliformes a 45°C, microrganismos aeróbios mesófilos, psicrotróficos, bolores e leveduras, além de teste de diferença, testes afetivos de aceitação e intenção de compra, atitude de consumo e teste de ordenação. Na formulação de *nuggets* mais aceita, foram testados filmes com diferentes concentrações de amido. Os dados foram submetidos à análise de variância e testes de comparação de médias *Dunnet* e *Tukey* ao nível de 5% e 1% de probabilidade. CMS apresentou-se dentro dos padrões permitidos pela legislação e houve redução perceptível de valor a* e lipídios com processamento do surimi. As formulações de *nuggets* apresentaram diferença significativa para colesterol, lipídios, umidade e valor L*. Todas as formulações de *nuggets* estiveram dentro do permitido pela legislação. Matérias-primas e os *nuggets* apresentaram-se adequados pela legislação para coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. As legislações não apresentam padrões de mesófilos, psicrotróficos e bolores e leveduras para as matérias-primas e produto final. As formulações apresentaram diferença somente no atributo sensorial aparência. Os atributos apresentaram diferença significativa entre as formulações na aceitação, onde as formulações 2 e 3 foram as mais aceitas e mais preferidas pelos provadores. Os parâmetros proteína e valores L* e a* não apresentaram diferença significativa durante armazenamento da CMS. O mesmo ocorreu durante armazenamento do surimi, exceto valores L* e b*, e durante armazenamento dos *nuggets*, exceto pH e valores L* e a*. CMS, surimi e os *nuggets* apresentaram contagem de coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. permitida pelas legislações durante o armazenamento. Concentração de biofilmes de amido de 5%L/2%H nos *nuggets* apresentou-se como a melhor para os teores de lipídios e umidade. Concluiu-se que todas as formulações foram bem aceitas. As contagens microbiológicas indicam matérias-primas e produto final adequados para processamentos cárneos e consumo final. A Aplicação de biofilmes de amido neste produto foi eficaz no seu melhoramento nutricional. *Nuggets* de subprodutos de frango é um produto viável para consumo e reduz o impacto ambiental.

Palavras-chaves: Aceitação. Composição química. Empanados. Pele de frango. Surimi de CMS.

ABSTRACT

The chicken processing industries seeking to innovate to attract more consumers. Among the innovations is the use of chicken by-products in the preparation of foodstuffs for human consumption. This study aimed to evaluate the quality of nuggets with inclusion of poultry by-products and starch films. Nuggets four formulations were prepared by varying the proportions of skin and meat surimi mechanically separately CMS respectively: Formulation 0 (0% to 65.29%), Formulation 1 (10%, 55.29%), Formulation 2 (15% to 50.29%) and Formulation 3 (20%, 45.29%). The color parameters were analyzed A_w , weight loss by cooking, pH, ash, fat, protein, moisture, cholesterol, calcium, peroxide and carbohydrates. Detection of *Salmonella* spp., Coliform count at 45 ° C, mesophilic aerobic microorganisms, psychrotrophic, molds and yeasts. In difference test, affective tests of acceptance and purchase intent, consumer attitude and ordering test. In nuggets formulation more acceptable films were tested with different concentrations of starch. Data were subjected to analysis of variance and mean comparison tests Dunnet and Tukey at 5% and 1% probability. CMS was within the standards allowed by law and there was noticeable reduction of a * value and lipids with surimi processing. The nuggets formulations showed a significant difference to cholesterol, lipid, moisture and L * value. All nuggets formulations were within permitted by law. Raw materials and the nuggets were presented by appropriate legislation for coliforms at 45 ° C and *Salmonella* spp. The laws do not present standards mesophilic, psychrotrophic and yeasts and molds for raw materials and final product. The formulations were different only in sensory attribute appearance. The attributes were significant differences between formulations acceptance, where the formulations 2 and 3 were the most accepted and most preferred by the panelists. The protein parameters and L * and a * no significant difference during storage of the CMS. The same happened during surimi storage except L * and b * values, and during storage of nuggets, except pH and L * and a *. CMS, surimi and nuggets showed coliform count at 45 ° C and *Salmonella* spp. permitted by the laws during storage. Concentration of starch biofilms of 5% L / 2% H in nuggets presented to best for lipid and moisture levels. It was concluded that all formulations were well accepted. Microbiological counts indicate raw materials and end product suitable for meat processing and final consumption. Application of starch biofilms this product was effective in nutritional improvement. Nuggets of chicken by-products is a viable product for consumption and reduces environmental impact.

Keywords: Acceptance. Chemical composition. Breaded. Chicken skin. Surimi CMS.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fluxograma 1 - Processamento de carne de frango.....	16
Fluxograma 2- Processamento de surimi de CMS de frango.....	30
Figura 1- CMS antes da lavagem (à esquerda) e CMS após lavagem (à direita).....	31
Fluxograma 3- Processamento de <i>nuggets</i> de subprodutos de frango.....	33
Figura 2- Formulações de <i>nuggets</i> de subprodutos de frango.....	34
Gráfico 1- Sexo dos provadores participantes da aceitação.....	49
Gráfico 2- Faixa etária dos provadores participantes da aceitação.....	50
Gráfico 3- Escolaridade dos provadores participantes da aceitação.....	50
Gráfico 4- Atitude de consumo dos provadores participantes da aceitação.....	50
Gráfico 5- Índice de aceitabilidade dos atributos das formulações de <i>nuggets</i> de subprodutos de frango.....	52
Gráfico 6- Intenção de compra dos <i>nuggets</i> de subprodutos de frango.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Formulações de <i>nuggets</i> de subprodutos de frango.....	32
Tabela 2- Variação das concentrações de amido.....	38
Tabela 3- Caracterização físico-química das matérias-primas de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	39
Tabela 4- Caracterização físico-química de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	42
Tabela 5- Análise microbiológica das matérias-primas de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	45
Tabela 6- Análise microbiológica das quatro formulações de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	47
Tabela 7- Atributos sensoriais de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango analisados no teste de diferença: comparação múltipla.....	48
Tabela 8 – Atributos sensoriais de aceitação de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	51
Tabela 9- Diferença crítica da soma das ordens de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	53
Tabela 10- Estabilidade físico-química da CMS de frango.....	55
Tabela 11- Estabilidade da cor da CMS de frango.....	56
Tabela 12- Estabilidade físico-química do surimi de CMS de frango.....	56
Tabela 13- Estabilidade da cor do surimi de CMS de frango.....	58
Tabela 14- Estabilidade físico-química de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	58
Tabela 15- Estabilidade da cor de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	59
Tabela 16- Estabilidade microbiológica da CMS de frango.....	59
Tabela 17- Estabilidade microbiológica do surimi de CMS de frango.....	61
Tabela 18- Estabilidade microbiológica de <i>nuggets</i> com inclusão de subprodutos de frango.....	62
Tabela 19- Teores de umidade e lipídios dos <i>nuggets</i> padrões pré-fritos, fritos e dos <i>nuggets</i> fritos revestidos com diferentes concentrações de filmes de amido.....	64

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Histórico e Mercado de Frango no Brasil.....	14
3.2 Processamento da Carne de Frango.....	15
<i>3.2.1 Subprodutos de frango.....</i>	<i>16</i>
3.3 Carne Mecanicamente Separada de Frango.....	17
<i>3.3.1 Surimi de carne mecanicamente separada de frango.....</i>	<i>19</i>
3.4 Pele de frango.....	20
3.5 Produtos cárneos processados com subprodutos de frango.....	22
<i>3.5.1 Reestruturados.....</i>	<i>23</i>
<i>3.5.2 Empanados.....</i>	<i>24</i>
<i>3.5.2.1 Sistemas de cobertura para empanamento.....</i>	<i>25</i>
3.6 Filmes de amido como envoltórios de empanados de frango.....	26
3.7 Influência do teor lipídico da matéria-prima na elaboração e qualidade final dos produtos cárneos.....	28
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	30
4.1 Aquisição da matéria-prima.....	30
4.2 Elaboração do surimi de CMS de frango.....	30
4.3 Elaboração dos <i>nuggets</i>.....	32
4.4 Análise física.....	34
<i>4.4.1 pH.....</i>	<i>34</i>
<i>4.4.2 Cor.....</i>	<i>34</i>
<i>4.4.3 Atividade de água (Aw).....</i>	<i>35</i>
<i>4.4.4 Perda de peso por cocção.....</i>	<i>35</i>
4.5 Análise química.....	35
4.6 Análise microbiológica.....	35

4.7 Análise sensorial.....	35
4.8 Estabilidade da matéria-prima e do produto final.....	37
4.9 Elaboração dos filmes de amido.....	37
4.10 Análise estatística.....	38
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1 Análise físico-química.....	39
5.2 Análise microbiológica.....	46
5.3 Análise sensorial.....	49
5.3.1 Teste de diferença: comparação múltipla.....	49
5.3.2 Aceitação.....	50
<i>5.3.2.1 Perfil dos provadores.....</i>	<i>50</i>
<i>5.3.2.2 Aceitação dos atributos sensoriais.....</i>	<i>52</i>
5.3.3 Intenção de compra.....	54
5.3.4 Teste de preferência por ordenação.....	55
5.4 Estabilidade da matéria-prima e do produto final.....	55
5.4.1 Estabilidade físico-química.....	55
5.4.2 Estabilidade microbiológica.....	61
5.5 Análise dos <i>nuggets</i> com filmes de amido.....	65
6 CONCLUSÃO	66
REFERÊNCIAS	67
ANEXOS.....	75
ANEXO A	76
ANEXO B.....	77

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango chegou a 12,645 milhões de toneladas em 2012, em uma redução de 3,17% em relação a 2011. Do volume total de frangos produzido pelo país, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% para exportações. Com isso, o consumo per capita de carne de frango atingiu 45 quilos por pessoa (UBABEF, 2013).

Além do maior consumo, a população está cada dia mais exigente em relação à qualidade e inocuidade dos produtos que adquirem. Logo, as indústrias de processamento de frango procuram inovar para atrair ainda mais a confiança do consumidor. Dentre as inovações está o aproveitamento dos subprodutos de frango na elaboração de produtos para alimentação humana.

Em indústrias de processamento de carne de frango, muitos são os resíduos (subprodutos) gerados durante o processo: sangue, pele, pés, vísceras, ossos com ou sem carne aderida (carne mecanicamente separada- CMS), cortes com baixo valor comercial (cabeça, pescoço, dorso) e cortes lesionados (OLIVO, 2005). Estes, por sua vez, podem ser utilizados na elaboração de inúmeros produtos cárneos, como molhos, linguças, hambúrguer, presunto, mortadela, empanados e almôndegas (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

A CMS, na forma em que é obtida, apresenta natureza pastosa, teores relativamente altos de gordura e presença de pigmentos, sendo, portanto, mais usada em formulações de produtos emulsionados (AKL, 1994).

Técnicas para melhorar as propriedades tecnológicas da carne mecanicamente separada incluem a sua lavagem com diversos tipos de soluções seguida de centrifugação, que remove a gordura e pigmentos, permitindo a extração das proteínas funcionais. Essa forma de processamento é semelhante à utilizada para obtenção de surimi. A lavagem concentra proteínas miofibrilares (actomiosina), melhorando as propriedades funcionais da massa cárnea (VEGA, 2008).

Logo, com a remoção de gordura e pigmentos, é possível ampliar a utilização de CMS de frango como, por exemplo, para os *nuggets* de frango, produtos reestruturados que apresentam volume significativo industrial e bom potencial de mercado (AKL, 1994).

A elaboração dos *nuggets* é dada pela desintegração do músculo por processos mecânicos, seguida pela mistura dos pedaços resultantes, para, posteriormente, serem formatados em porções específicas, proporcionarem menor perda durante o cozimento, melhor aproveitamento dos músculos que seriam subutilizados, além de serem fáceis para aquecer e servir, por serem empanados e pré-fritos. O empanado tem sido cada vez mais

aceito por parte dos consumidores, uma vez que apresentam aparência, odor e sabor muito apreciados. Além disso, prolonga a vida útil dos produtos pelo retardamento da oxidação, além de proteger a carne da desidratação e queima pelo frio durante o congelamento (NUNES et al., 2006).

Com um estilo de vida cada vez mais agitado, o consumidor atual tem procurado por produtos que facilitem o seu dia a dia, produtos de fácil e rápido preparo. Os produtos empanados têm sido uma alternativa interessante, cuja prática vem crescendo entre os processadores de produtos cárneos, especialmente aves (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009).

Além do aproveitamento dos subprodutos de frango resultar na elaboração de produtos de valor nutricional, de maior conveniência de preparo e de preço acessível, também evita que os resíduos (subprodutos) sejam despejados em aterros sanitários, reduzindo, assim, o possível impacto ambiental.

Justifica-se, pois, a realização deste trabalho, tendo em vista o aproveitamento dos subprodutos do abate de frangos, notadamente a pele e a carne mecanicamente separada (CMS).

Torna-se importante avaliar os parâmetros de qualidade de *nuggets* elaborados à base de subprodutos de frango (pele e surimi de CMS), revestidos com filmes de amido, pelo alto teor lipídico da pele, pela concentração proteica significativa e suscetividade à ação microbiológica do surimi de CMS e também pelo fato de filmes de amido modificado atuarem como melhoradores nutricionais do produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango e filmes de amido.

2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar formulações de *nuggets* com diferentes concentrações de subprodutos de frango (pele e surimi de CMS);
- Avaliar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos subprodutos de frango (CMS, surimi de CMS e pele) e das formulações de *nuggets*;
- Realizar testes sensoriais para identificar diferenças entre formulação-padrão de *nuggets* (sem pele de frango) e formulações com diferentes concentrações de pele e avaliar a aceitação;
- Avaliar o teor de lipídios e umidade da formulação de *nuggets* mais aceita sensorialmente, após fritura, com diferentes concentrações de filmes de amido nativo e modificado;
- Avaliar estabilidade física, química e microbiológica da CMS, surimi de CMS e da formulação de *nuggets* mais aceita, em seis e cinco tempos, respectivamente;
- Mostrar a viabilidade do aproveitamento de subprodutos de frango na elaboração de produtos cárneos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Histórico e Mercado de Frango no Brasil

Até o ano de 1960, as grandes granjas criavam seus próprios animais ou então os compravam de terceiros. Os animais eram criados soltos e a dieta balanceada não estava no cardápio de todos os plantéis. Os frangos demoravam a ganhar peso e, não raro, eram direcionados ao abate com até 80 dias de idade (COSTA, 2011).

No entanto, a partir da década de 60 foi criado o sistema de integração. Os primeiros movimentos da implantação do sistema de integração no Brasil surgiram nos estados do sul do país, especialmente em Santa Catarina, no oeste do estado. A empresa Sadia de Concórdia, 1961, iniciou um programa de fomento à produção de frango, construindo galpões para 5.000 a 10.000 frangos, em um sistema de integração do modelo vertical. Aquela empresa amparava os produtores com linhas de crédito e prestava assistência, com um serviço de extensão rural próprio, com apoio do serviço de extensão rural do estado. O modelo utilizado era americano, trazido principalmente pelas empresas de genética, interessadas no promissor mercado brasileiro (RIBEIRO, 2006).

Hoje, aproximadamente 90% da avicultura industrial do Brasil é constituída de integrados, devendo ainda ser acrescentado os milhares de pequenos avicultores independentes espalhados por todo o território nacional (D'AVILA, 2006).

Segundo Costa (2011), uma questão que merece atenção constante na moderna avicultura industrial é a relacionada à biossegurança. Tanto integrados quanto a agroindústria mantêm um conjunto de procedimentos técnico-conceituais/operacionais/estruturais, que visam prevenir ou controlar a contaminação dos rebanhos avícolas por agentes de doenças infecciosas que possam ter impacto na produtividade e/ou na saúde dos consumidores de produtos oriundos dessa proteína. Graças a essa preocupação, o Brasil continua mantendo a invejável posição de, entre os maiores produtores e exportadores mundiais de carne de frango, ter sido o único a não registrar qualquer caso de influenza aviária.

O consumo de carne de frango teve um crescimento significativo, fato que está intimamente ligado a mudanças no hábito alimentar do brasileiro, acostumado à carne bovina, sendo uma grande conquista do setor avícola. Outro fator de grande relevância foi a queda do custo da carne de frango em relação às demais carnes (MÓRI et al., 2006).

Dentro do mix de produtos, as exportações de cortes somaram embarques 2,143 milhões de toneladas e receita cambial de US\$ 4,3 bilhões, enquanto as vendas de frango

inteiro reduziram, totalizando 1,4 milhão de toneladas, com receita de US\$ 2,5 bilhões. As exportações de frango industrializado se mantiveram estáveis, em 180 mil toneladas, mas a receita teve queda de 14,2%, somando US\$ 478,8 milhões. Nos outros produtos, os embarques foram de 177 mil toneladas, com uma receita de US\$ 491,7 milhões (UBABEF, 2013).

Devido ao aumento percentual significativo das exportações de cortes em relação aos outros produtos, a geração de subprodutos provenientes desses cortes é crescente. Dentre os subprodutos gerados encontram-se, principalmente, ossos com carne aderida e pele.

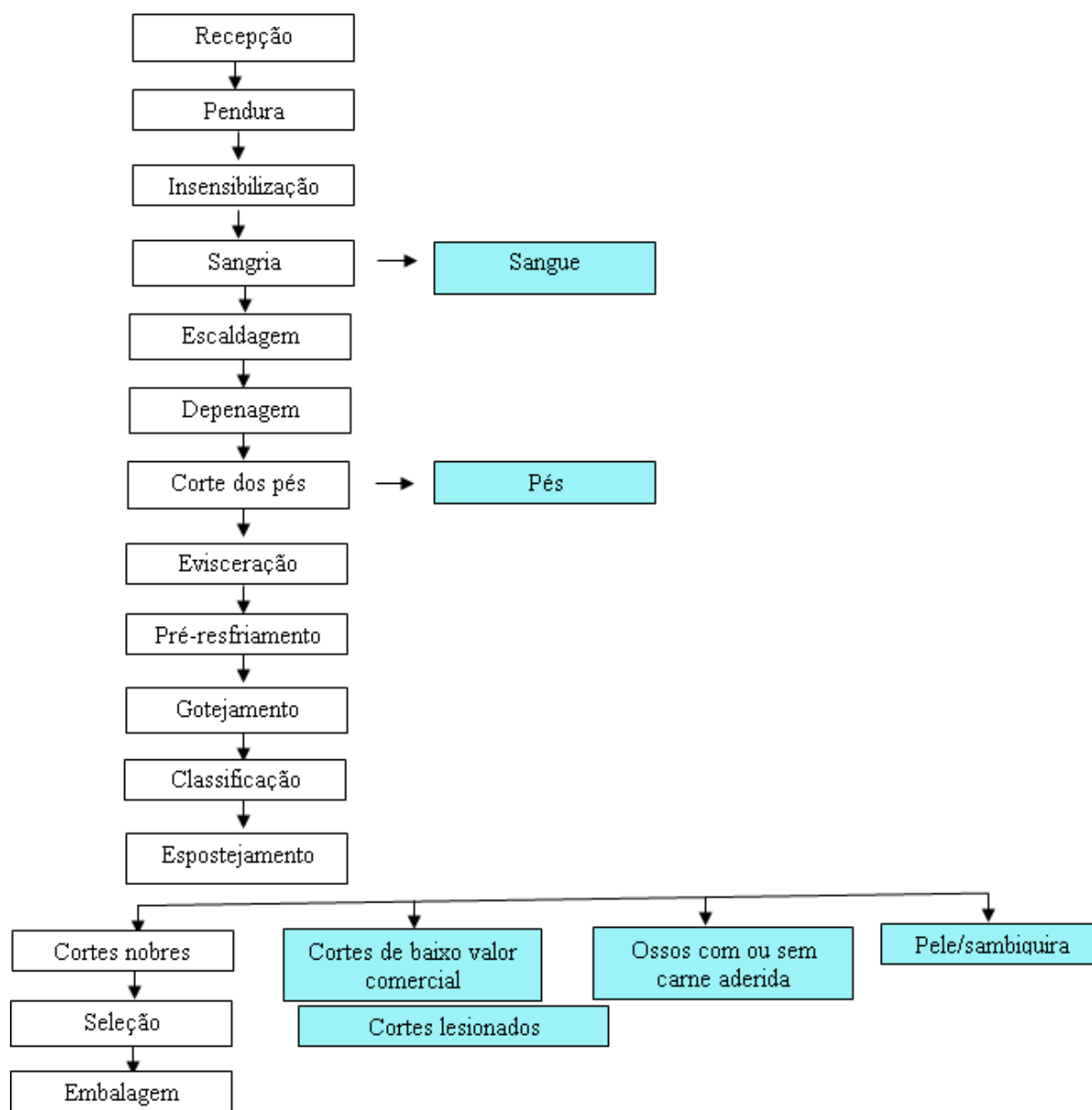
Diante disto, para o aproveitamento desses subprodutos na alimentação humana, bem como maior rendimento e lucro às empresas processadoras de carne de frango, é importante conhecer a composição nutricional dos subprodutos. Assim, as empresas processam os mesmos de maneira que possam ser inseridos nas formulações de novos produtos ou de produtos já existentes sem causar danos à saúde do consumidor.

3.2 Processamento da Carne de Frango

O rendimento de abate do frango depende da estratégia de comercialização do produto, isto é, na relação inteiro/corte, oscilando entre 72 a 82%, sem considerar absorção de água ou inclusão de tempero. Isto significa que o abate gera uma grande quantidade de subprodutos e de resíduos. O aproveitamento, a reciclagem e reutilização desses subprodutos são de grande interesse da indústria, uma vez que são produtos ricos, sob o ponto de vista nutritivo (FIGUEIREDO et al., 2007).

Conforme Roque e Sell (2008), as indústrias de processamento da carne de frango, que realizam corte e desossa, seguem processo mostrado no Fluxograma1.

Fluxograma 1 - Processamento de carne de frango



Fonte: ROQUE; SELL, 2008.

3.2.1 Subprodutos de frango

Os principais subprodutos gerados no processo de abate são: pele, gordura e carne mecanicamente separada (CMS), que podem ser utilizados na produção de embutidos, como mortadela e salsicha, e de outras classes de produtos como reestruturados e empanados; e cartilagem, ossos moídos, cabeça e pés, que podem ser utilizados para a produção de ingredientes de ração para animais de estimação, conforme Figueiredo et al. (2007).

Conforme a tendência mundial, com a comercialização de cortes em detrimento do frango inteiro, a indústria avícola brasileira tem encontrado grandes oportunidades, com a

elaboração de itens especiais. Os subprodutos comestíveis, obtidos do processo de desossa, geram grandes quantidades de matérias-primas para a industrialização, como a CMS. Estas matérias-primas de menor custo, obtidas na sala de desossa e cortes, viabilizam a industrialização de produtos com menor preço no mercado, bem como de maior valor agregado e com qualidade. Este fenômeno tem gerado maiores volumes de derivados de carne de frango, possibilitando maior acesso da população brasileira a esta importante fonte nutricional (OLIVO; RABELO, 2006).

Segundo Jayathilakan et al. (2012), a indústria cárnea norte-americana considera que qualquer produto de um animal, exceto a carcaça limpa, é um subproduto. Além disso, estes subprodutos são divididos em duas classes: comestíveis e não comestíveis.

O rendimento dos subprodutos comestíveis oscila entre 20 e 30% do peso vivo para bovinos, suínos e ovinos e de 5 a 6% para aves. Devido a esta proporção alta, as indústrias de carnes precisam aproveitar os subprodutos para poder competir com outras fontes proteicas de origem vegetal. Se os subprodutos de origem animal não são utilizados, além de se perder um valioso potencial alimentício, gera-se custos adicionais na eliminação de resíduos visando evitar a poluição (OCKERMAN e HANSEN, 1994).

O uso de subprodutos de carne requer muitas vezes tratamentos, tais como a seleção, lavagem, limpeza, refrigeração, embalagem e refrigeração. Para estes produtos serem amplamente aceitos pelos consumidores depende de vários fatores. Dentre estes inclui o conteúdo de nutrientes, o preço e se há produtos concorrentes comparáveis (JAYATHILAKAN et al., 2012).

Subprodutos comestíveis contêm muitos nutrientes essenciais como aminoácidos, hormônios, vitaminas, sais minerais e ácidos graxos (DEVATKAL et al., 2004). Alguns subprodutos como pele, pés e ossos com carne residual, contêm propriedades bioquímicas nutricionais vantajosas. A sua utilização depende do produto final desejado, custo e tecnologia de fabricação (ROSA, 2000).

3.3 Carne Mecanicamente Separada de Frango

Devido às peculiaridades de produção e comercialização do frango no Brasil, caracterizado pela vultosa exportação de cortes nobres desossados de peito, coxas e sobrecoxas e de produtos industrializados e a comercialização cada vez maior de cortes, volumes proporcionais de carcaças, ossos de peito, dorso, pescoço e pernas resultantes dessa operação são destinados à separação mecânica (DEGENHARDT, 2006).

Os produtos cárneos desossados mecanicamente tiveram início com os japoneses, os quais vêm utilizando, durante gerações, diferentes formas de desossas mecânicas para produzir carne de pescado sem espinhas. Nos Estados Unidos, durante a década de 1950-60, a utilização de desossadoras mecânicas na indústria avícola era restrita. No entanto, na metade da década de 1960-70, foram empregadas em larga escala (MOUNTNEY; PARKHURST, 2001).

Desde então, muitos pesquisadores interessados na área avícola iniciaram estudos sobre as matérias-primas provenientes desse processo mecânico, principalmente quanto as suas características físico-químicas e microbiológicas, bem como formas de seu aproveitamento para benefício à sociedade humana. Esses experimentos são considerados importantes e citados até os dias atuais em estudos que o interesse por estes foram despertados a partir do conhecimento dos primeiros estudos.

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 nosso país. Das grandes empresas produtoras algumas chegam a produzir mais de 10.000 toneladas/mês (DEGENHARDT, 2006).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), entende-se por carne mecanicamente separada (CMS) a carne retirada a partir de ossos, carcaças ou partes de carcaças, com exceção dos ossos da cabeça, submetidos à separação mecânica em equipamentos especiais, conhecidos como Máquinas de Separação Mecânica (MSM), e imediatamente congeladas, por processos rápidos ou ultrarrápidos, quando não for utilizada no momento seguinte. Quanto à composição química, esta mesma legislação afirma que a CMS deve ter no mínimo 12% de proteína, máximo 30% de gordura e máximo 1,5% de cálcio.

O rendimento da CMS varia de 55 a 70%, quanto maior o rendimento maior a quantidade de cinzas e lipídeos. Ela é composta de tecidos musculares, conectivos e adiposos, sendo sua composição dependente da matéria-prima. Apresenta teor de cálcio que varia de 315mg a 485mg/100g, teor considerado o maior dentre os subprodutos comestíveis (MÓRI et al., 2006; JAYATHILAKAN et al., 2012).

Além disso, é um dos subprodutos mais utilizados na formulação de produtos cárneos, logo a manutenção da sua qualidade microbiológica é essencial, assim como dos produtos que a tem como matéria prima (MÓRI et al., 2006).

A CMS é uma matéria prima com elevada carga microbiana como consequência da contaminação introduzida durante o processo. As pequenas partículas e a grande área, a liberação de fluidos celulares ricos em nutrientes devido à maceração do tecido e o calor gerado durante o processo de desossa mecânica, proporciona o desenvolvimento bacteriológico (NUNES et al., 2006).

Em se tratando do teor de CMS permitido em produtos cárneos, o máximo admitido em mortadela, linguiça e salsicha são de 60%, 20% e 60%, respectivamente, segundo Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (BRASIL, 2000). Para empanados, a legislação vigente (BRASIL, 2001a) não apresenta padrão para utilização de CMS.

O aproveitamento de CMS tem gerado um considerável interesse e demonstrado um importante potencial para a elaboração de novos produtos. No entanto, apresenta certos problemas de aspecto e conservação que estão relacionados com o elevado conteúdo de pigmentos heme presente. A cor escura é indesejável em produtos cárneos dirigidos ao mercado de carnes brancas (PERLO, 2005).

Entretanto, devido ao elevado conteúdo de pigmentos e gordura que limitam o uso da carne mecanicamente separada nos produtos cárneos com baixa gordura e baixo em pigmentos, o processamento de surimi como uma tecnologia alternativa foi aplicada à carne mecanicamente separada de frango (YANG; FRONING, 1992).

3.3.1 Surimi de carne mecanicamente separada de frango

Segundo Neiva (2006), a diferença essencial entre CMS e surimi é que na CMS não há uma remoção completa de proteínas sarcoplasmáticas, lipídios, etc., componentes que conduzem à instabilidade do produto, afetando a qualidade. Já o surimi é um produto estabilizado de proteínas miofibrilares do músculo de frango.

A tecnologia da produção de surimi consiste geralmente na remoção da gordura e dos pigmentos heme da polpa de diversas carnes lavando com soluções aquosas tendo por resultado um conteúdo de proteína miofibrilar mais elevado (KOLSARIC; ENSOY, 1996).

Ele é tradicionalmente elaborado a partir de espécies de carne magra de pescado, pois resulta em produtos com maior estabilidade lipídica, melhor elasticidade, cor branca e ausência de odor e sabor. Estas características são atribuídas, principalmente, a menor quantidade de músculo escuro e proteínas sarcoplasmáticas facilitando a separação dos componentes indesejáveis (MAZA, 2001; ROSS-MURPH, 2001). Submetendo a CMS de

frango a sucessivas lavagens com soluções salinas é possível remover o material proteico solúvel, gordura e pigmentos, principalmente proteínas sarcoplasmáticas (AKL, 1994; TAHA, 1996).

As proteínas miofibrilares presentes na CMS de frango e, conseqüentemente, no “surimi”, são responsáveis pelas propriedades funcionais como emulsificação, solubilidade, gelatinização, viscosidade e capacidade de retenção de água. Sendo excelentes agentes gelificantes, as proteínas miofibrilares governam características texturais e estruturais de produtos cárneos (MASCHieto, 2008).

São vantagens da utilização de “surimi” de frango em formulações de produtos cárneos a capacidade de adquirir forma de gel, estabilidade a longos períodos de armazenamento a baixas temperaturas e, a redução de componentes hidrossolúveis indesejáveis como o sangue, pigmentos e substâncias com odores, conferindo um sabor suave ao produto (AKL, 1994).

Bonato (2006), ao aproveitar surimi de frango na elaboração de *nuggets*, constatou que o surimi proveniente da CMS de frango constitui uma matéria-prima potencial na elaboração desse produto. Isto devido alguns fatores como mudanças mínimas no pH e na composição dos *nuggets* contendo surimi de frango, portanto, não reduzindo a qualidade do produto, promovendo menor perda de umidade após a fritura, indicando a possibilidade de que se aumentar a concentração de surimi de frango utilizada no produto aumenta os rendimentos durante o processamento, e a possibilidade de se adicionar até 40% de surimi de frango como substituto da carne manualmente separada nos *nuggets* sem afetar as características sensoriais desse produto.

3.4 Pele de frango

A pele de frango é um dos vários subprodutos das indústrias de carne de frango considerado como um resíduo, não utilizado ou pouco utilizado, estando em uma proporção de 4% em relação ao peso de um animal vivo. Devido a este valor elevado, gera custos adicionais de eliminação e problemas para o ambiente, além de perdas de um produto com potencial nutricional (OCKERMAN; HANSEN, 1994).

Este subproduto é bastante conhecido pelo seu alto teor lipídico, cujo teor varia entre 30 e 50%, apresenta 4,6% de proteína e o restante de umidade, que deve estar na faixa de 40% a 48% (ROQUE, 1996; JAYATHILAKAN et al., 2012). Dentre os subprodutos de frango, a pele é que apresenta maior teor de gordura, seguida da CMS. Com relação à composição de

seus lipídios, apresenta uma alta proporção de ácidos graxos monoinsaturados- MUFA (40%), conforme Feddern et al. (2010).

Diferentes cortes de frango (tecido adiposo, pele e carne), não apresentam valores significativamente diferentes ($P>0,05$) para qualquer ácido graxo, encontrando média de 43% de ácido oleico (ácido graxo mais abundante), 27% de ácido palmítico e 14% de ácido linoleico, conforme Sheu e Chen (2002). O ácido oleico (ácido graxo monoinsaturado) está associado com redução do risco de doenças cardiovasculares, diminuindo níveis séricos de colesterol em indivíduos não-hipertrigliceridêmicos. Enquanto, o ácido palmítico (ácido graxo saturado- SFA) está associado ao risco de doença coronária, devido o seu efeito no aumento de níveis de colesterol no sangue e plaquetas (LOPEZ-HUERTAS, 2010; CINTRA et al., 2006).

A distribuição de ácidos graxos na posição sn-2 da molécula do triacilglicerol (TAG) da gordura de frango indica que ela tem menor teor de ácido palmítico (9,4%) quando comparada à gordura da carne bovina (11,6%), de ovinos (20,8%) e suínos (54,8%). Além disso, a gordura de frango tem teores elevados de ácido oleico (40,5%), ácido linoleico (29,4%) e ácido linolênico (4,1%) nessa mesma posição (sn-2) comparada com outras gorduras animais. A presença de 80% de ácidos graxos insaturados e 20% ácidos graxos saturados (SFA) na posição sn-2 do TAG da gordura de frango torna essa gordura mais nutritiva e fisiologicamente disponível (MOTTRAM; CROSSMAN; EVERSHED, 2001).

O alto teor de MUFAs (C 18:1) encontrado na pele de frango desempenha também um papel importante no aumento do colesterol HDL (“bom” colesterol), além da diminuição do colesterol sérico total. Cintra et al. (2006) afirmam isto porque verificaram que ratos alimentados com uma dieta contendo alto teor de gordura (10% óleo de soja, 1% de colesterol, e 5% de banha suína) e outra com 10% de pele de frango mostraram maiores níveis de colesterol HDL ($P<0,05$) do que animais do grupo de linhaça que apresentaram maior teor de ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs), cujas características benéficas à saúde são consideradas de qualidade superior às dos ácidos graxos monoinsaturados.

Isto provavelmente ocorreu porque embora os PUFAs estejam associados com a diminuição do colesterol e do risco de doença coronária, eles também podem diminuir o colesterol HDL, provavelmente devido à inibição da apolipoproteína A-1 síntese. Esta apolipoproteína ativa lecitina-colesterol acil transferase, que esterifica o colesterol ligado nas HDL em circulação, conforme Applebaum-Bowdesn (1995).

Cintra et al. (2006) afirmam que os efeitos negativos do alto conteúdo de SFAs de uma dieta contendo pele de frango são compensados pelos efeitos positivos do seu conteúdo de MUFA.

Produtos avícolas têm um mercado crescente, uma vez que não são proibidos por nenhuma religião. Desse modo, a gordura da pele de frango pode ser incorporada em produtos refinados apresentando valor nutricional substancial, devido à diferente composição de ácidos graxos em comparação com outros ácidos graxos insaturados de origem animal, atraindo mais consumidores (ARNAUD et al., 2004; MOTTRAM; CROSSMAN; EVERSHED, 2001).

Devido à gordura da pele de frango ser líquida ou semilíquida à temperatura ambiente, ela pode ser utilizada para vários fins, tais como em temperos, bolos e batatas fritas, como também para melhorar a consistência de cremes, conforme Chiu et al. (2008).

O uso da pele de frango está principalmente direcionado à extração de colágeno e consequente produção de gelatina, cujo principal uso da gelatina é a produção de sobremesas cremosas, por causa de suas propriedades de "derreter na boca", mas também é adicionada a uma gama de produtos à base de carne, em particular nas tortas de carne, apresentando papel de emulsificante, e utilizado como estabilizante em sorvetes e outras sobremesas cremosas.

A gelatina é fundamental para elaboração de produtos dietéticos devido ao seu baixo calor calórico (JAYATHILAKAN et al., 2012; ROQUE; SELL, 2008). Porém, o uso da pele de frango como ingrediente de produtos cárneos também é bastante explorado, onde, dentre os produtos em que ela é comumente inserida na sua formulação destaca-se os produtos reestruturados e empanados.

3.5 Produtos cárneos processados com subprodutos de frango

Os produtores de carne já vêm utilizando os subprodutos por um longo período de tempo para processar diferentes produtos, alguns comestíveis e outros não comestíveis. Hoje, com o aumento das preocupações sobre a saúde, a tecnologia foi desenvolvida para permitir a mais eficiente utilização desses subprodutos. A concorrência também é um forte incentivo para indústrias de carne usar subprodutos mais eficientemente. Isso é importante porque o aumento dos lucros e custos mais baixos são necessários no futuro para a indústria cárnea permanecer viável. Estas inovações também aumentam o valor da carcaça e os lucros dos pecuaristas (JAYATHILAKAN et al., 2012).

Os subprodutos citados anteriormente são ricos quanto ao aspecto nutricional e, atualmente, estão sendo mais valorizados pelas indústrias de processamento de carne, para

uso na elaboração de diversos novos tipos de produtos. Dentre esses produtos, têm-se os seguintes: salsichas, mortadelas, linguiças, os presuntos, apresuntados, reestruturados e empanados.

3.5.1 Reestruturados

Produtos reestruturados, também denominados de formados, são aqueles produtos que são moldados em formatos diversos, a partir de músculos inteiros, partes ou previamente moídos. A matéria-prima preparada é previamente misturada com ingredientes e depois moldada em formato bi e tridimensional. Os principais produtos reestruturados a partir de carne de frango, comumente encontrados no mercado brasileiro, são: hambúrguer, almôndegas e *nuggets*, conforme Ávila (2006).

Com esse procedimento, é possível elaborar produtos de qualidade considerável a partir de porções de carne com textura deficiente e de difícil comercialização. Além disso, ele permite diversificar a oferta no que se refere aos produtos cárneos (ORDOÑEZ, 2005).

As matérias-primas cárneas mais interessantes para utilização na obtenção de reestruturados são aquelas de baixo valor no varejo ou no frigorífico, o que viabiliza os elevados investimentos necessários para produção com manutenção do preço baixo nos produtos. Pode-se utilizar cortes íntegros, retalhos selecionados ou não, carne mecanicamente separada ou parcialmente desgordurada (LEMOS, 2004).

Deve-se dar preferência às matérias-primas mais frescas possíveis para evitar problemas causados por bactérias, enzimas e oxidação, que promovem alterações de sabor, odor e cor. A gordura proveniente de suínos e aves é mais rica em ácidos graxos insaturados que a de ovinos e bovinos, o que acelera os processos de oxidação com desenvolvimento de odores estranhos (LEMOS, 2004).

Sem dúvida, a maior variedade de produtos no caso dos reestruturados é oferecida a partir da carne de ave (frango, peru e pato). São múltiplas as formas de apresentação desses produtos, seja em porções para fritura (filés, músculos conformados, etc.) ou para assar, que são elaborados, fundamentalmente, a partir de carne de peito e de carne mecanicamente separada. De acordo com a forma de comercialização, podem-se estabelecer três famílias ou grupos de produtos reestruturados: crus-ultracongelados, crus-refrigerados e pré-cozidos (pré-fritos) ou cozidos (fritos), onde neste último grupo destacam-se os produtos cárneos que são submetidos a um sistema de cobertura para empanamento, além do tratamento térmico. Tem-se como exemplo clássico deste grupo os *nuggets* (ORDOÑEZ, 2005).

3.5.2 Epanados

Alimentos fritos são considerados uma das categorias de alimentos mais comuns de preparo do mundo. Entre os vários tipos de produtos alimentícios fritos, os empanados são os preferidos pelos consumidores, por causa de suas propriedades originais de textura fornecidas por um núcleo suave e úmido revestido com uma camada crocante, juntamente com cor, sabor e valor nutritivo bastante desejável (ANTONOVA; MALLIKARJUNAN; DUNCAN, 2003).

Entende-se por empanado o produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001a).

Os empanados devem apresentar como ingredientes obrigatórios: carne de diferentes espécies de animais de açougue com cobertura apropriada, e ingredientes opcionais: proteínas de origem vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, farinhas, féculas e amidos, vegetais, queijos, molhos, produtos cárneos industrializados e no máximo 4% proteínas não cárneas. Com relação às características físico-químicas, devem conter no máximo 30% de carboidratos totais e no mínimo 10% de proteínas, segundo Brasil (2001a).

Comercialmente, esses produtos são conhecidos como *nuggets*, nos quais podem ser utilizadas como matérias-primas carne residual obtida de ossos (CMS), pele (podendo ser utilizado de 3 a 20%) e derivados do sangue e/ou gelatina, conforme Roque (1996).

A carne de frango é a mais utilizada para o processo de empanamento por apresentar uma diversidade de substratos (partes com osso e com pele, partes sem osso e sem pele, vários tamanhos, partes íntegras, tiras, marinados, estruturados) e a forma de processamento (empanamento sem tratamento térmico, pré-frito e assado). A carne de frango apresenta um sabor suave e permite desenvolver produtos, com condimentações muito diversificadas, atendendo características regionais ou culturais dos consumidores (DEGENHART, 2003; PSZCZOLA, 2006).

Os empanados podem receber diferentes designações que o caracterizem para a venda como *steak* empanado, cortes empanados e *nuggets* sempre acompanhado do tipo de carne que lhe deu origem. O produto apresenta uma maior vida útil devido ao processo de empanamento que retarda a oxidação lipídica, protege a carne da desidratação e queima pelo frio durante o congelamento, portanto agregam valor e conveniência, atendendo as expectativas dos frigoríficos, por dar um novo direcionamento as partes de aves que seriam desprezadas, e aos consumidores que têm um produto que exige pouco tempo para ser

preparado (DILL; SILVA; LUVIELMO, 2009; NGADI; DIRANI; OLUKA, 2006; NUNES et al., 2006).

Dentre os empanados de aves com aceitação crescente por parte dos consumidores, estão os *nuggets* de frango. Este produto apresenta como principais matérias-primas básicas cortes nobres de frango, mas ultimamente os subprodutos de frango estão sendo bastante utilizados na elaboração desses e de outros produtos cárneos como forma de agregação de valor e conveniência. Carne mecanicamente separada (CMS) e pele são alguns desses subprodutos.

Portanto, diante do explanado sobre produtos reestruturados e empanados, pode-se afirmar que os *nuggets* são produtos integrantes dessas duas categorias de produtos cárneos processados com subprodutos de frango, ou seja, são produtos reestruturados e empanados, concomitantemente.

3.5.2.1 Sistemas de cobertura para empanamento

Conforme Bortoluzzi (2006), os sistemas de empanamentos ou coberturas ou coberturas tradicionais são compostos de pré-enfarinhamento (*pré-dust*), líquido de empanamento (Batido ou *Batters*®) e farinhas de cobertura (farinhas de rosca ou *Breaders*®). A ordem de adição e utilização dos componentes pode variar. Nem sempre nesta ordem e nem sempre com todos estes componentes.

O *pré-dust* é composto basicamente de ingredientes finos à base de cereais com objetivo de melhorar a capacidade de adesão do sistema de empanamento ao substrato e forma uma base que ajuda na aplicação da etapa seguinte. Também pode ser um regulador de rendimento (*pick-up*) e em muitos casos pode ser um carreador de condimentos, conforme Viana (2005).

O *pré-dust* mais utilizado é farinha de trigo, mas também se pode formular com amido e proteínas para aumentar a aderência, ou gomas, como hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) ou metilcelulose (MC), que podem melhorar a barreira contra a perda de umidade e absorção de óleo (DEGENHART, 2003; FISZMAN, 2009 citado por GONÇALVES, 2011).

Batter® é uma mistura em pó de diversos ingredientes funcionais tais como, amidos, gomas e farinhas, podendo ser condimentado ou não. Em processos industriais, o *Batter*® é preparado em equipamentos específicos onde o mesmo é misturado em água. A função do líquido de empanar traduz-se inicialmente pela sua adesão ao produto e posteriormente à farinha de cobertura (BORTOLUZZI, 2006).

Existem três definições para *Batters*® em sistemas de empanamento: *Batter*® de adesão, *Batter*® de coesão e tempura *Batter*®. Cada terminologia pode variar dependendo da ênfase em determinada característica que se espera transmitir ao produto final, conforme Bortoluzzi (2006).

O *Breader*® (também denominado de *Breading*®), ou farinha de cobertura, pode ser definido como uma base de cereal geralmente obtida por processamento térmico, podendo ser condimentada ou não. No mercado nacional os termos mais usados são a farinha de rosca ou de pão, oriundas de subprodutos de panificação (BORTOLUZZI, 2006; GONÇALVES, 2011).

A farinha de cobertura dos produtos empanados de frango auxilia a diversificação de apresentação do produto e serve como barreira para a perda de água durante a operação de fritura, resultando em produtos com cobertura crocante e carne do seu interior suculenta. Para tal, é necessário um sistema de cobertura adequado, conforme Bressan e Perez (2001).

3.6 Filmes de amido como envoltórios de empanados de frango

Durante a fritura dos empanados, onde calor e massa são transferidos simultaneamente, dentro e em torno do alimento ocorrem várias alterações físicas e químicas complexas. A água é transferida dos alimentos ao óleo de fritura, ao passo que o óleo é absorvido como um substituto (BAIK; MITTAL, 2005; KROKIDA; OREOPOULOU; MAROULIS, 2000).

Devido a preocupações com a saúde e as exigências crescentes dos consumidores por alimentos com redução de gordura, teor de lipídios tornou-se um fator importante na determinação da qualidade de alimentos fritos. Além disso, também é desejável minimizar a perda de umidade do alimento frito durante a fritura, a fim de manter as características de textura do produto frito final, conforme Ngadi, Watts e Correia (1997).

Tem sido relatado que as taxas de perda de umidade e absorção de gordura dependiam das condições do processo de fritura tais como a temperatura e tempo de fritura. Verificou-se que em alta temperatura de fritura ocasiona uma perda mais rápida de teor de umidade. Em temperaturas elevadas, a formação rápida de uma camada crocante leva a uma maior absorção de gordura durante mesmo tempo de fritura. No entanto, alta temperatura de fritura pode exigir tempo menor de fritura, resultando em menor teor de gordura no produto final (BUDZAKI; SERGUA, 2005; BAUMANN; ESCHER, 1995)

A indústria de alimentos deve, portanto, atender a essas demandas com inovações de novos produtos, tecnologias e ingredientes alimentares mais saudáveis (MELLEMA, 2003; ZIAIIFAR et al., 2008).

Em seu estado nativo, o amido, em forma de grânulos, é insolúvel em água fria. Entretanto, quando uma dispersão aquosa de amido sofre aquecimento suficiente para romper os grânulos, forma-se uma pasta capaz de produzir filmes de boas propriedades mecânicas. Além disso, o amido não possui grupos hidrofóbicos, não exercendo, portanto, praticamente nenhum efeito estabilizante de emulsões, a não ser pelo aumento da viscosidade (AZEREDO, 2005).

Os amidos nativos que compõem as farinhas de empanamento são hidrofílicos, ou seja, solúveis em água, logo a aplicação de um biofilme envolvendo o *nuggets* não irá protegê-lo da perda de água e nem da absorção de gordura devido à água liberada durante a cocção dissolver a camada de biofilme, liberando a entrada de gordura no *nuggets* e consequentemente a saída de água do mesmo. Não existem amidos lipofílicos na natureza, sendo necessário modificá-los para obter tal característica (SILVA, 2007).

O amido pode ser modificado quimicamente por meio de hidrólise parcial seguida da reação com um componente hidrofóbico. Os amidos modificados têm baixa viscosidade, o que permite seu uso em maiores concentrações que a goma arábica. Isso explica ao menos parcialmente a melhor retenção de sabor. Por outro lado, os amidos modificados exercem pouca proteção contra oxidação durante a estocagem (REINECCIUS, 1991).

O amido modificado hidrofóbico é o produto da reação entre radicais hidrofóbicos com a cadeia de amido. Com isso o produto final empresta algumas propriedades hidrofóbicas ao amido sem destruir seu poder de dispersão em água, conforme Swinkels (1996) citado por Lermen, Coelho e Filho (2012).

Estudos com o objetivo de reduzir a absorção de óleo em alimentos fritos foram intensas nos últimos anos. Entre estes, a importância de revestimentos comestíveis de hidrocolóides tem sido comprovada por ser muito eficaz para reduzir a quantidade de absorção de óleo durante fritura em gordura. Muitos tipos de hidrocoloides têm sido utilizados nas formulações de *Batter*®, uma vez que possuem boas propriedades como barreira contra entrada de óleo. Dentre os hidrocoloides de larga aplicação incluem éteres de celulose, goma xantana, alginatos, pectinas e proteínas (ALTUNAKAR; SAHIN; SUMNU, 2004.; FISZMAN; SALVADOR, 2003; PRIMO-MARTIN et al., 2010; VARELA; FISZMAN, 2011).

Apesar da ampla gama de hidrocolóides utilizados em alimentos fritos, a aplicação de amido modificado, em especial o amido de mandioca reticulado, para reduzir o teor de óleo tem sido muito limitada. O uso da modificação de amido de mandioca em formulações de *Batter*® pode ser vantajoso por causa da sua disponibilidade em abundância e seu baixo custo em comparação com os hidrocolóides acima mencionados. (ALTUNAKAR; SAHIN; SUMNU, 2004; HAN; LEE; LIM, 2007; GAMONPILAS et al., 2013).

O problema de absorção de óleo e perda de umidade de produtos cárneos empanados pode ser solucionado aplicando-se uma camada de filme lipofílico (amido modificado) ao redor do *nuggets*, antes da camada hidrofílica (amido nativo), impedindo assim que a água dissolva a camada externa. Logo, além de evitar a perda de água, reduz a absorção de gordura pelo produto, fato este muito importante nutricionalmente já que os *nuggets* são alimentos fritos em óleos quentes, conforme Silva (2007).

3.7 Influência do teor lipídico da matéria-prima na elaboração e qualidade final dos produtos cárneos

O tecido adiposo participa na formação das emulsões cárneas, essencial para obtenção de diversos produtos cárneos. As emulsões são definidas como suspensões coloidais de dois líquidos imiscíveis (água e óleo), mas que, no entanto, mantêm-se harmoniosamente dispersos um no outro, pela ação de um agente emulsificante interfacial (proteínas). Para que se obtenha uma emulsão estável é preciso que a matéria-prima básica tenha capacidade de ligar os vários componentes e proporcionar a coesividade do produto, conferindo textura firme ao fatiamento e à mastigação (OLIVO, 2006b). Caso a emulsão não se forme durante o processamento de *nuggets*, por exemplo, não será possível a moldagem destes, pois a massa cárnea não apresentará integridade, e sim, fragmentação.

Shimokomaki et al. (2006) classificam alguns cortes cárneos segundo seu poder de “liga” e conclui que a pele tem um baixo poder, sendo classificada de “enchedores”, justificando a sua utilização pelo seu razoável valor nutritivo e baixo custo. Já a CMS de frango apresenta um teor proteico maior que a pele, tendo, portanto, uma maior capacidade de “liga”. Logo, justifica-se a maior utilização de CMS, na elaboração de produtos cárneos, em relação à pele.

Além de influenciar na formação das emulsões cárneas, os lipídeos são importantes componentes das carnes, conferindo características desejáveis de suculência, sabor e aroma.

Contudo, os mesmos são facilmente oxidáveis, levando à formação de produtos tóxicos e indesejáveis (OLIVO, 2005).

A qualidade dos produtos cárneos é determinada pela combinação dos parâmetros sensoriais, microbiológicos, químicos e físicos. Em geral, a aceitação do produto pelo consumidor é determinada por sua resposta ao sabor, à suculência e à maciez do produto, cujo grau de satisfação depende de respostas psicológicas e sensoriais inerentes a cada indivíduo (TONETTO et al., 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

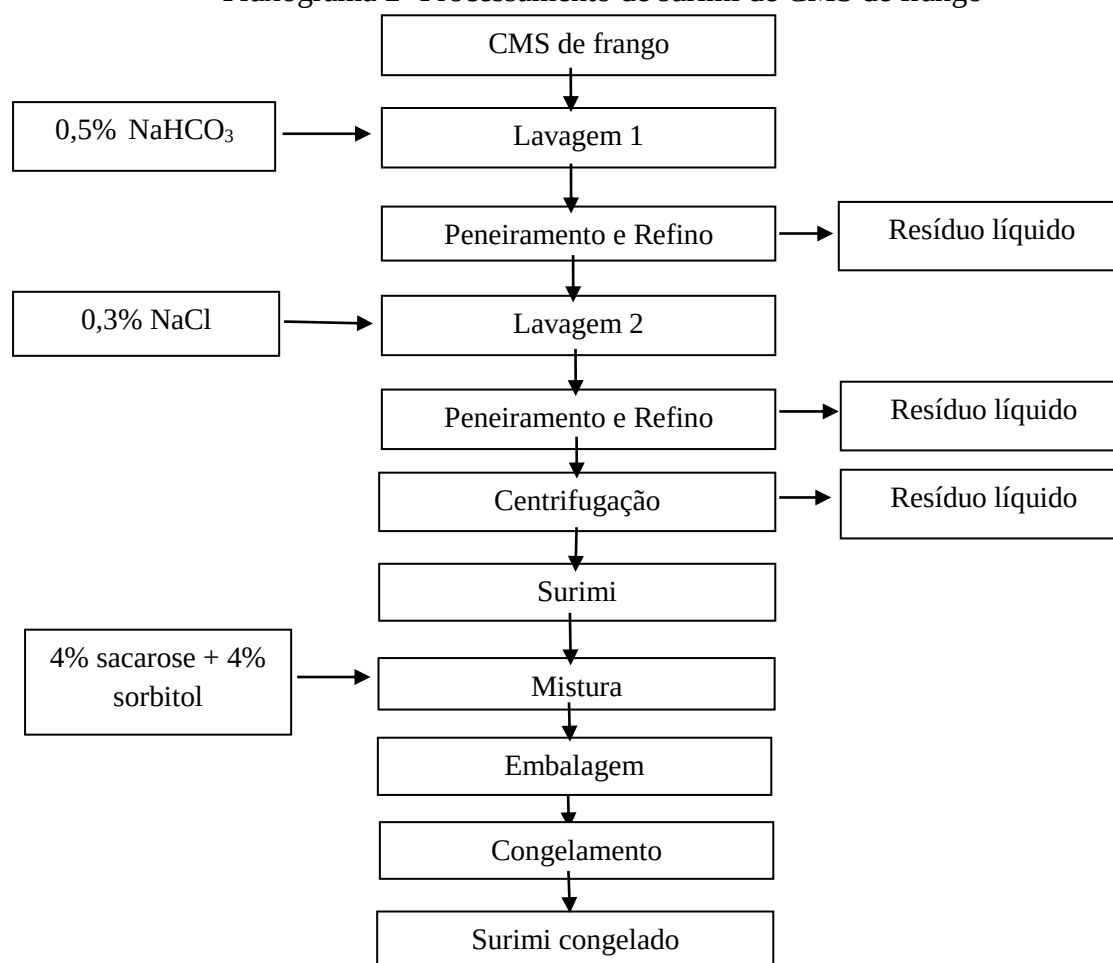
4.1 Aquisição da matéria-prima

Pele e carne mecanicamente separada (CMS) de frango foram doados por uma indústria avícola, sob Inspeção Federal, com sede em Fortaleza-CE. A matéria-prima foi transportada dentro de recipiente isotérmico, com gelo, a uma temperatura de até 4 °C para a Planta Piloto de Processamento de Carne do Campus Limoeiro do Norte do IFCE, onde foram armazenados, sob congelamento, até o processamento.

4.2 Elaboração do surimi de CMS de frango

Para o processamento do surimi de CMS de frango foram seguidas as etapas que constam no Fluxograma 2.

Fluxograma 2- Processamento de surimi de CMS de frango



Fonte: VEGA (2008). Adaptação do autor.

A CMS de frango foi lavada em dois ciclos de lavagens utilizando-se em cada lavagem uma relação entre a solução de lavagem e CMS de 4:1, à temperatura de trabalho em torno de 7 °C, por 10 minutos. Primeiramente, a CMS foi lavada com solução contendo 0,5% de bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e em seguida com solução de 0,3% de sal comum (NaCl). Entre os ciclos de lavagem, e após, realizou-se peneiramento e refino, com objetivo de retirar água e fragmentos indesejáveis, tais como pele e ossos que possam permanecer junto à CMS de frango (Figura 1).

Em seguida, realizou-se a centrifugação sob agitação constante de 2200 rpm, a 7 °C por 10 minutos, em centrífuga de marca Eppendorf 5804 R. O objetivo desta etapa foi remover, por força centrífuga, o excesso de água e gordura da CMS. Posteriormente, o material sobrenadante foi retirado e descartado.

Em seguida, os aditivos (sacarose e sorbitol) foram adicionados em conjunto no surimi, como agentes crioprotetores, para impedir a desnaturação da proteína durante o congelamento. Depois surimi e crioprotetores foram misturados em cutter.

Por fim, realizou-se a embalagem em blocos uniformes com aproximadamente 500 g em sacos de polietileno e logo armazenadas, sob congelamento, em freezer a -18 °C até sua utilização ou análise.

Figura 1- CMS antes da lavagem (à esquerda) e CMS após lavagem (à direita), Planta Piloto de Processamento de Carne do Campus Limoeiro do Norte do IFCE, outubro de 2013



4.3 Elaboração dos *nuggets*

Foram elaboradas quatro formulações de *nuggets*, variando as concentrações de pele (0%, 10%, 15% e 20%) e de surimi de CMS (65,29%, 55,29%, 50,29% e 45,29%) conforme apresentado na Tabela 1. Cada formulação foi processada em triplicatas, totalizando 12 processos. No regulamento técnico de identidade e qualidade para empanados (BRASIL, 2001a) não há padrões para utilização de pele e CMS nesse tipo de produto. Utilizou-se os teores de pele e surimi de CMS supramencionados, nas formulações de *nuggets* do presente estudo, para não utilizar teores de pele fora do padrão citado por Roque (1996), de máximo 20 %, e teores de CMS e derivados muito acima dos padrões permitidos pela legislação para outros produtos cárneos, máximo de 60 % (BRASIL, 2000).

Tabela 1- Formulações de *nuggets* de subprodutos de frango

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES (%)			
	F0	F1	F2	F3
Surimi de CMS	65,29	55,29	50,29	45,29
Pele	0	10	15	20
Água gelada	13	13	13	13
Alho desidratado	0,6	0,6	0,6	0,6
Amido	13,2	13,2	13,2	13,2
Emulsificante	0,4	0,4	0,4	0,4
Glutamato monossódico	0,01	0,01	0,01	0,01
Mix calabresa	2	2	2	2
Orégano	0,2	0,2	0,2	0,2
Pimenta-do-reino	0,1	0,1	0,1	0,1
Proteína texturizada de soja	4	4	4	4
Sal	0,6	0,6	0,6	0,6
Tempero Ervas Finas	0,6	0,6	0,6	0,6
% TOTAL	100	100	100	100

Formulação 0- F0 (0% pele); Formulação 1- F1 (10% pele), Formulação 2- F2 (15% pele) e Formulação 3- F3 (20% pele).

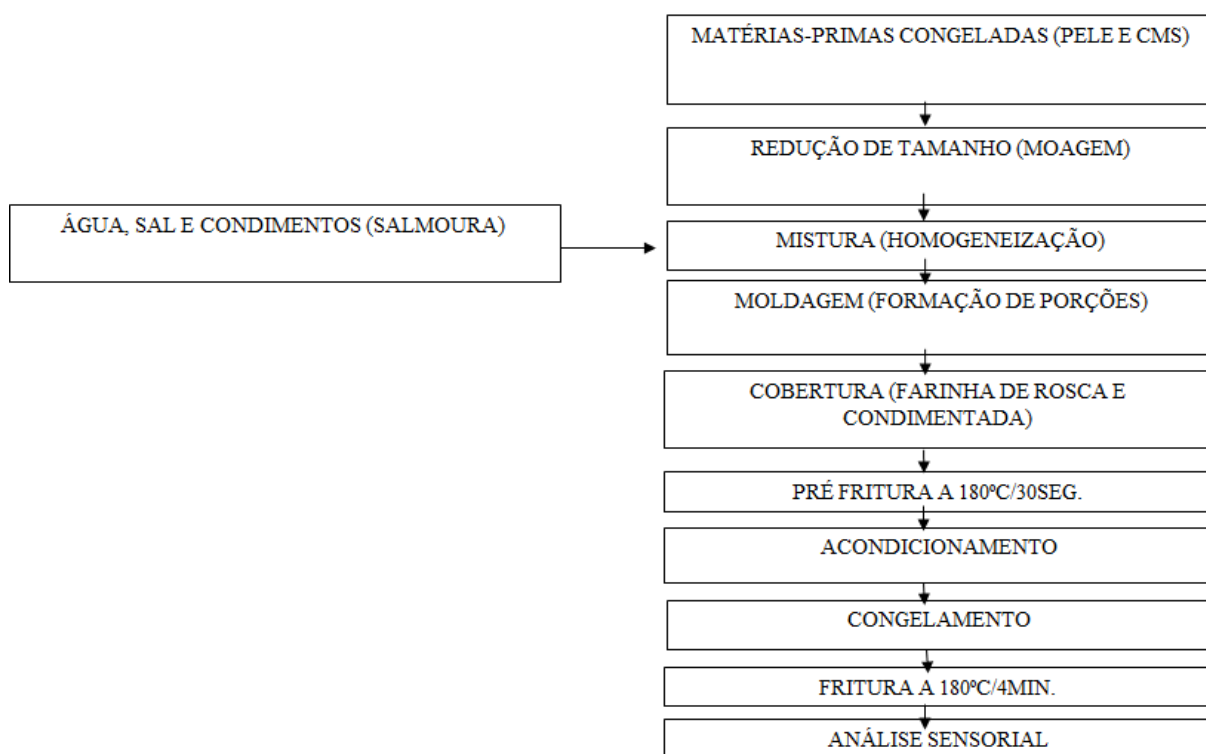
Para o processamento dos *nuggets*, baseou-se no Fluxograma 3.

Primeiro realizou-se a moagem do surimi de CMS de frango, ainda congelada, e escaldagem e moagem da pele. Logo após, adicionou-se salmoura, constituída de água gelada e sal, e dos seguintes condimentos: alho desidratado, pimenta-do-reino, orégano, tempero

ervas finas, mix calabresa, glutamato monossódico, emulsificante, proteína texturizada de soja e amido, e posteriormente foi realizada a homogeneização. Em seguida a massa permaneceu em repouso, sob congelamento, por 12 horas para potencialização da cura. Finalizada a cura, realizou-se a divisão da massa cárnea em porções menores e moldagem. Em seguida, os *nuggets* foram submetidos ao processo de empanamento, cobertos por uma mistura contendo 75% de farinha de rosca e 25% de farinha condimentada, própria para empanamento.

Posteriormente, os *nuggets* foram submetidos à pré-fritura a 180 °C por 30 segundos, acondicionados em sacos de polietileno, e submetidos ao congelamento (Figura 2). Por fim, realizou-se a fritura final dos *nuggets* a 180 °C por 4 minutos. Tanto a pré-fritura quanto a fritura foram realizadas segundo protocolo descrito por Freitas et al. (2005). Os *nuggets* pré-fritos foram submetidos às análises físicas, químicas e microbiológicas, enquanto que os *nuggets* fritos foram submetidos à análise sensorial.

Fluxograma 3- Processamento de *nuggets* de subprodutos de frango



Fonte: Freitas et al. (2005); Dill; Silva; Luviélmo (2009). Adaptação do autor.

Figura 2- Formulações de *nuggets* de subprodutos de frango, Planta Piloto de Processamento de Carne do Campus Limoeiro do Norte do IFCE, novembro de 2013



4.4 Análise física

A análise física da matéria prima (CMS, surimi de CMS e pele de frango) e das quatro formulações de *nuggets*, assim como todas as outras análises, foi realizada nos laboratórios de Análise Química dos Alimentos, de Análise Microbiológica dos Alimentos, e de Análise Sensorial do IFCE- Campus Limoeiro do Norte, por meio de três repetições e três replicatas. As metodologias estão descritas a seguir:

4.4.1 pH

Verificado pelo método eletrométrico conforme IAL (2008). A leitura do pH foi realizada por meio de um potenciômetro digital, modelo pH-100-B, marca PHTEK, operado de acordo com as instruções do manual do fabricante.

4.4.2 Cor

Medida através de 3 leituras em 3 pontos distintos da amostra, utilizando-se um colorímetro Minolta Chroma Meter, CR-400/410, conforme instruções do manual de seu fabricante. O colorímetro fornece diretamente os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente amarelo-azul), conforme Sistema CIE $L^*a^*b^*$.

4.4.3 Atividade de água (A_w)

A A_w das amostras foi determinada em aparelho medidor de A_w da marca AQUALAB LITE, utilizando uma amostra de carvão ativado como branco.

4.4.4 Perda de peso por cocção

A perda de peso por cocção das formulações de *nuggets* foi calculada com base na diferença entre o peso dos *nuggets* pré-fritos e dos *nuggets* após fritura.

4.5 Análise química

Realizou-se análise química da matéria prima (CMS, surimi de CMS e pele de frango) e das formulações de *nuggets*. As análises de cinzas (gravimétrico), lipídios (Soxhlet), proteínas (*Kjeldahl*), umidade (gravimetria), colesterol (espectrofotometria), cálcio (titulação complexométrica com EDTA), carboidratos (por diferença) e índice de peróxido (titulação com tiosulfato de sódio) foram realizadas conforme o Instituto Adolfo Lutz- IAL (2008).

4.6 Análise microbiológica

Para analisar a qualidade microbiológica das matérias-primas (CMS, surimi de CMS e pele) e dos *nuggets*, realizou-se a detecção de *Salmonella* spp., Coliformes a 45 °C, microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos e de bolores e leveduras, segundo American Public Health Association- APHA (2001).

Os resultados encontrados foram comparados com a RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA (BRASIL, 2001b), que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, para grupo de alimentos: carnes e produtos cárneos, com os padrões microbiológicos presentes na legislação vigente para CMS, e com a literatura.

4.7 Análise sensorial

A análise sensorial dos *nuggets* foi realizada em quatro etapas: teste de diferença ou comparação múltipla seguido dos testes afetivos de aceitação e de intenção de compra das formulações, atitude de consumo e teste de preferência por ordenação, segundo as normas

metodológicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1998; ABNT, 1995; ABNT, 1994).

Para verificar a existência de diferenças entre os *nuggets* com diferentes concentrações de surimi de CMS e pele de frango foi realizado o teste de comparação múltipla (ABNT, 1995) em única sessão. A equipe de provadores foi composta por 36 pessoas não treinadas, onde cada um recebeu cinco amostras de *nuggets*, sendo uma amostra padrão (F0- sem pele de frango), especificada com a letra P, e as demais amostras, uma igual ao padrão e três com concentrações distintas, e diferentes de zero, de pele de frango.

A cada provador foi solicitado que provassem as amostras da esquerda para direita, comparando-as com o padrão e avaliar o grau de diferença entre cada amostra codificada e o controle usando uma ficha com uma escala estruturada de cinco pontos (Anexo A), variando de “nenhuma diferença do padrão” a “extremamente diferente do padrão”.

Para avaliar a aceitação sensorial e intenção de compra (ABNT, 1998) das quatro formulações de *nuggets* foram utilizados 116 provadores não treinados numa única sessão. Para cada provador foram fornecidas quatro amostras de *nuggets* e solicitado que avaliassem os atributos aparência, odor, sabor, textura e impressão global de cada, utilizando uma ficha com duas escalas: uma hedônica estruturada de nove pontos (Anexo B), variando de “desgostei muitíssimo” a “gostei muitíssimo”, e outra escala de atitude estruturada de cinco pontos, variando de “certamente não compraria” a “certamente compraria”, sendo a última escala utilizada para a realização do teste de intenção de compra.

A fim de verificar a atitude de consumo dos provadores, de ambos os sexos e idades diversas, em relação às formulações de *nuggets*, foi entregue uma ficha sensorial com perguntas a respeito da frequência de consumo dos *nuggets* pelos provadores, abrangendo frequência rara, semanal, mensal, quinzenal e diária. Os resultados foram expressos em porcentagem (%). Nesta mesma ficha também foi solicitado aos provadores que ordenassem as amostras de *nuggets* da menos preferida para mais preferida. Os resultados foram expressos pela diferença crítica da soma das ordens das quatro formulações de *nuggets* segundo valor tabelado pela ABNT (1994).

Em todas as etapas da análise sensorial as amostras de *nuggets* foram fracionadas em pedaços de 25 gramas e estes distribuídos em copos descartáveis, previamente codificados com números de três dígitos, e servidos sequencialmente aos julgadores, em cabines individuais, sob o delineamento de blocos completos balanceados com relação à ordem de apresentação das amostras. Entre uma amostra e outra se recomendava aos julgadores que consumissem água a temperatura ambiente a fim de eliminar sabor residual das amostras.

4.8 Estabilidade da matéria-prima e do produto final

Foi realizada estabilidade física, química e microbiológica da CMS e do surimi de CMS de frango, nos tempos 5, 25, 55, 85, 115 e 145 dias e 1, 21, 51, 81, 111 e 141 dias, respectivamente. Na formulação de *nuggets* mais aceita, a estabilidade foi realizada nos tempos 1, 31, 61, 91 e 121 dias. Os tempos para estabilidade foram escolhidos conforme o indicado na literatura e vida de prateleira da CMS e de *nuggets* comerciais.

4.9 Elaboração dos filmes de amido

A formação de filmes a partir de amido nativo baseia-se no método de geleificação da fécula, que ocorre a 70 °C em excesso de água. Quando resfriados, são capazes de formar filmes através da propriedade de retrogradação (SILVA, 2007). Já os amidos modificados necessitam de temperaturas mais elevadas (em torno de 100 °C) para adquirirem características de filmes. O amido modificado foi submetido à temperatura de 100 °C por 5 minutos, adaptado de Lermen, Coelho e Filho (2012).

Os filmes elaborados foram testados em relação à absorção de gordura e perda de umidade dos *nuggets* após a fritura, da formulação mais aceita sensorialmente. Modificando-se a concentração de amido, tanto do hidrofóbico (L de lipofílico) como do nativo (H de hidrofílico) foram utilizados os percentuais apresentados na Tabela 2.

Os *nuggets* pré-fritos foram agrupados em seis lotes, onde cada lote foi imerso em suspensão distinta de amido lipofílico (Tabela 2) durante 1 minuto e rapidamente posto em estufa a 35 °C durante 30 minutos. Após este período, cada lote de *nuggets*, já com o amido lipofílico, foram imersos em solução distinta de amido hidrofílico (Tabela 2) durante 1 minuto e posto novamente em estufa a 35 °C durante 30 minutos.

Em seguida, os *nuggets* pré-fritos foram novamente submetidos ao congelamento, e após 24 horas foram fritos e, por fim, submetidos às análises de lipídios e umidade.

Tabela 2- Variação das concentrações de amido

Concentrações de amido lipofílico/hidrofílico	
(1) 5% L / 1% H	(4) 10% L / 1% H
(2) 5% L / 2% H	(5) 10% L / 2% H
(3) 5% L / 3% H	(6) 10% L / 3% H

Nota: L-amido lipofílico; H- amido hidrofílico

Fonte: Silva (2007). Adaptação do autor.

4.10 Análise estatística

Os resultados das análises físicas e químicas das matérias-primas (CMS, surimi de CMS e pele) e dos *nuggets*, bem como os resultados da estabilidade, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) em delineamento inteiramente casualizado e teste de comparação de médias *Tukey* ao nível de 5% e 1% de probabilidade. Os resultados da estabilidade foram submetidos ao delineamento inteiramente casualizado com diferentes números de repetições. Os resultados microbiológicos foram submetidos à média aritmética e desvio padrão.

Quanto à análise sensorial dos *nuggets* o delineamento foi em blocos completos balanceados para apresentação das amostras e inteiramente casualizado para análise dos resultados. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias ($p \leq 0,05$) *Dunnet* para teste de diferença de controle e *Tukey* para teste de aceitação e intenção de compra. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA, 2014).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise físico-química

O resultado da caracterização físico-química das matérias-primas utilizadas no processamento de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3- Caracterização físico-química das matérias-primas de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	Matérias-primas $\pm$ desvio padrão		
	CMS	Surimi	Pele
Aw	0,75 $\pm$ 0,01	0,74 $\pm$ 0,02	0,77 $\pm$ 0,04
Cálcio (%)	0,06 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,02
Cinzas (%)	0,83 $\pm$ 0,07	0,67 $\pm$ 0,01	0,32 $\pm$ 0,06
L*	46,48 $\pm$ 2,51	55,09 $\pm$ 1,47	55,30 $\pm$ 2,51
Cor	a*	15,19 $\pm$ 0,65	3,41 $\pm$ 0,85
	b*	9,38 $\pm$ 1,88	9,58 $\pm$ 0,56
Lipídeos (%)	30,14 $\pm$ 0,22	3,63 $\pm$ 0,82	42,39 $\pm$ 2,97
pH	6,70 $\pm$ 0,06	6,91 $\pm$ 0,28	6,97 $\pm$ 0,25
Proteína (%)	12,39 $\pm$ 0,24	11,37 $\pm$ 0,82	11,38 $\pm$ 0,64
Umidade (%)	60,50 $\pm$ 1,74	77,87 $\pm$ 2,72	51,09 $\pm$ 1,66

Quanto a Aw, os valores verificados estiveram compreendidos entre 0,74 e 0,77, sendo que a pele apresentou maior valor (0,77). Pode-se observar que as lavagens realizadas durante o processamento do surimi não influenciaram para que esta matéria-prima apresentasse maior valor de Aw, ao contrário, apresentou menor valor (0,74).

Porém, com relação à umidade, o surimi já apresentou maior teor entre as matérias-primas (77,87%). Conforme Ribeiro e Seravalli (2007), Aw e umidade são parâmetros diretamente proporcionais, onde à medida que um alimento tem um aumento no seu valor de Aw, este deixará de ser um alimento de baixa umidade (Aw até 0,6) e passará a ser classificado como alimento de alta umidade (Aw acima de 0,9).

No entanto, esses mesmos autores afirmam que a Aw de um alimento pode ser reduzida pelo aumento da concentração de solutos no mesmo, que pode ocorrer pela adição de sólidos, como açúcar e sal. Logo, o surimi apesar de apresentar um alto teor de umidade pode ter sua Aw reduzida por conta da adição de sais durante seu processamento, como bicarbonato de sódio (NaHCO_3) e sal comum (NaCl). Isto é uma característica positiva do surimi, pois

torna-o menos susceptível à ação microbiológica e, conseqüentemente, às alterações químicas, podendo apresentar, portanto, uma maior vida de prateleira.

Quanto ao cálcio, os valores encontrados compreenderam entre 0,05% e 0,06%. O valor verificado para CMS (0,06%) está dentro do permitido pelo Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de aves, bovinos e suínos (BRASIL, 2000), que é máximo 1,5%. As matérias-primas surimi e pele de frango apresentaram o mesmo teor para este parâmetro (0,05%).

Com relação às cinzas, os valores encontrados para as três matérias-primas estiveram compreendidos entre 0,32% e 0,83%, onde a CMS foi a que apresentou maior teor (0,83%), enquanto que o surimi apresentou um teor de 0,67%. Essa redução do teor de cinzas pode estar relacionado com a etapa de peneiramento e refino do processamento de surimi, onde nela se tem como um dos objetivos a eliminação de fragmentos sólidos indesejáveis da CMS, como fragmentos ósseos, o que provavelmente interferiu para que o teor de cinzas do surimi fosse menor que o da CMS.

Maschieto et al. (2008) ao analisar o teor de cinzas de surimi da CMS de frango verificou resultado contrário do presente estudo, onde observou que houve um aumento deste teor no surimi afirmando que este aumento foi devido à incorporação de NaCl durante o processo de extração do surimi.

Com relação à cor, para o valor L^* (Luminosidade) os resultados estiveram compreendidos entre 46,48 e 55,30, onde alguns desses valores (55,09 e 55,30) estiveram acima da faixa de valores de L^* encontrado por Scheneider (2004) para peito de frango, que foi de 44,0 a 53,00.

Observou-se um maior valor no surimi (55,09) comparado ao CMS (46,48), isto possivelmente está relacionado com a redução de pigmentos durante processamento do surimi, como mioglobina e hemoglobina, responsáveis pela coloração vermelha e, conseqüentemente, pela tonalidade escura da CMS. Logo, quanto maior concentração de pigmentos na carne, menor será seu valor L^* .

Quanto ao valor a^* , que mede variação entre cor vermelha à verde, observa-se uma redução após o processamento do surimi (3,41) enquanto que a CMS apresentou um maior teor (15,19). Isso comprova que com o processamento do surimi se tem uma menor quantidade de proteínas sarcoplasmáticas (mioglobina e hemoglobina), responsáveis pela intensa cor vermelha da CMS.

No que diz respeito ao valor b^* , que mede variação da cor azul ao amarelo, os valores apresentaram-se entre 9,38 e 12,86 indicando que a cor amarela se sobressaiu sobre a cor azul

para todas as matérias-primas. A pele de frango foi a que apresentou o maior valor b^* (12,86) seguido do surimi (9,58), observando-se que foram as matérias-primas que também apresentaram os maiores valores L^* (55,30 e 55,09, respectivamente), portanto, esses dois valores do parâmetro cor podem estar diretamente relacionados.

A cor é um parâmetro importante, pois é o primeiro que os consumidores analisam no momento de adquirir o alimento. Os resultados dos valores L^* , a^* e b^* para o surimi e pele de frango indicam que estas matérias-primas provavelmente apresentem uma maior aceitabilidade que a CMS, pois os valores encontrados para o surimi e pele de frango fazem-nos mais associados à cor do peito de frango, corte nobre e de grande aceitação pelos consumidores.

Para os lipídeos, a CMS apresentou valor com décimos acima do permitido (30,14%), que é máximo 30% (BRASIL, 2000), mas esse valor arredondado (30%) indica que essa matéria prima está conforme a legislação. Além disso, com o processamento de surimi de CMS de frango esse teor lipídico foi reduzido (3,63%), alcançando um dos objetivos deste processamento que era remoção de gordura da CMS e comprovando que esta matéria prima apresenta um menor teor lipídico quando submetida ao processamento de obtenção do surimi.

As gorduras desempenham diversas e importantes funções no organismo e na formulação dos alimentos. Elas contribuem para o sabor, cremosidade, aparência, aroma, odor e sensação de saciedade após as refeições, além de outros atributos sensoriais altamente desejáveis como maciez e suculência. Entretanto, o consumo de altas quantidades de gordura está relacionado à incidência de obesidade e de alguns tipos de doenças crônicas (PINHEIRO; PENNA, 2004).

Quanto ao pH, os valores verificados para as três matérias-primas estiveram compreendidos entre 6,70 e 6,97, ou seja, em torno de 7. Esses valores foram superiores ao indicado por Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) que afirmam que o pH da carne de frango deve ser entre 5,8 e 6,2, e ao encontrado por Olivo (2006a) para peito de frango, que foi de 6,30.

O valor de pH do surimi encontrado no presente estudo (6,91), além de ter sido influenciado pelo pH da CMS (6,70), pode também estar relacionado ao pH das soluções salinas utilizadas no seu processamento, isso porque Dawson, Sheldon e Ball (1988), ao testarem três soluções de lavagem de CMS, verificaram que a solução de bicarbonato de sódio apresentou pH de 8,5, ou seja, pH básico. Logo, o pH do surimi próximo à neutralidade provavelmente foi influenciado pelo pH básico da solução de bicarbonato de sódio utilizada

no seu processamento, ocasionando aumento do pH de 6,70 para 6,97 no processo final de obtenção do surimi.

Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) afirmam que se o pH estiver superior a 6,2, a carne de frango irá se encontrar com grande retenção de água, o que implica em curto tempo de conservação e o estabelecimento da coloração escura, caracterizando a carne DFD (darck, firm, dry – escura, dura e seca).

Com relação às proteínas, os teores verificados para as três matérias-primas ficaram compreendidos entre 11,37% e 12,39%, onde a CMS apresentou o maior valor (12,39%) e permitido pela legislação, que é de mínimo 12% (BRASIL, 2000). Já o surimi apresentou um teor menor (11,37%) provavelmente devido à redução de proteínas sarcoplasmáticas (mioglobina e hemoglobina) da CMS durante o processamento do surimi.

Quanto ao índice de peróxido, em nenhuma das matérias-primas houve a indicação de presença quantitativa de peróxidos. Dessa forma, pode-se afirmar que as matérias-primas não sofreram o processo de oxidação, responsável pelo surgimento de odores e sabores desagradáveis no alimento.

O resultado da caracterização físico-química das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4- Caracterização físico-química de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	*Formulações $\pm$ desvio padrão			
	F0	F1	F2	F3
Aw	0,71a $\pm$ 0,02	0,70a $\pm$ 0,01	0,70a $\pm$ 0,01	0,71a $\pm$ 0,02
Cálcio (%)	0,07a $\pm$ 0,02	0,07a $\pm$ 0,03	0,05a $\pm$ 0,01	0,03a $\pm$ 0,01
**Carboidratos (%)	19,18a $\pm$ 2,40	20,65a $\pm$ 3,96	21,91a $\pm$ 1,15	21,74a $\pm$ 1,60
Cinzas (%)	3,74a $\pm$ 0,15	3,76a $\pm$ 0,40	3,76a $\pm$ 0,08	3,44a $\pm$ 0,37
Colesterol (mg/100g)	150,80a $\pm$ 0,88	124,5b $\pm$ 0,58	94,7d $\pm$ 0,84	97,47c $\pm$ 0,88
L*	64,41a $\pm$ 0,70	57,21b $\pm$ 1,20	61,60a $\pm$ 1,80	57,04b $\pm$ 1,54
Cor a*	1,74a $\pm$ 0,16	1,40a $\pm$ 0,17	1,67a $\pm$ 0,11	1,71a $\pm$ 0,08
b*	17,47a $\pm$ 2,04	18,13a $\pm$ 0,65	18,07a $\pm$ 0,22	18,11a $\pm$ 1,44
Lipídeos (%)	7,73c $\pm$ 1,56	9,60bc $\pm$ 0,49	10,82ab $\pm$ 0,36	11,92a $\pm$ 0,50
Perda de peso por cocção (%)	35,05a $\pm$ 0,72	35,96a $\pm$ 0,56	40,37a $\pm$ 0,59	35,38a $\pm$ 4,24
Ph	6,71a $\pm$ 0,07	6,73a $\pm$ 1,09	6,78a $\pm$ 0,08	6,83a $\pm$ 0,07
Proteína (%)	13,04a $\pm$ 1,32	12,56a $\pm$ 1,50	11,64a $\pm$ 0,45	11,07a $\pm$ 0,26
Umidade (%)	56,31a $\pm$ 0,90	53,43ab $\pm$ 2,29	51,87b $\pm$ 0,70	51,83b $\pm$ 1,44

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% ($p < 0,01$) e 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (SILVA, 2014).

F0 (0% pele); F1 (10% pele), F2 (15% pele) e F3 (20% pele).

**Diferença entre 100 e o somatório dos teores de cinzas, lipídeos, proteína e umidade.

Os parâmetros não apresentaram diferença significativa ($p > 0,01$) para as quatro formulações de *nuggets*, exceto colesterol, lipídeos, umidade e valor L*.

Com relação aos carboidratos, todas as formulações de *nuggets* estiveram dentro do padrão exigido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Empanados (BRASIL, 2001a) para este parâmetro, que é de máximo 30%, as quais apresentaram os valores variando de 19,18% a 21,91% de carboidratos.

No que diz respeito ao colesterol, a formulação F0 foi a que apresentou maior teor (150,80mg/100g), seguida da F1 (124,50mg/100g), F3 (97,47mg/100g) e F2 (94,70mg/100g). Estes valores estão abaixo dos listados por Souza e Visentainer (2006) para cortes de frango como dorso assado com pele (155mg/100g) e dorso assado sem pele (168mg/100g), cortes utilizados para obtenção da CMS. Isto é satisfatório para o consumidor, o qual está em constante procura por alimentos com teores cada vez menores de colesterol.

O resultado do presente estudo mostra que não se deve relacionar diretamente a concentração de pele no alimento com seu teor de colesterol, pois a F0 com maior teor de colesterol não apresenta pele de frango em sua composição.

Este teor mais elevado de colesterol na F0 pode estar relacionado à maior concentração de surimi de CMS de frango presente nesta formulação. Isto porque Mella et al. (2004) afirmam que as diferenças entre a carne desossada manualmente e carne mecanicamente separada são devido a presença da medula óssea na CMS, cujos os lipídios apresentam uma composição diferente com mais ácidos graxos insaturados, fosfolipídios e colesterol. Logo, esse colesterol presente na medula óssea é transferido para a CMS durante sua separação mecânica e, conseqüentemente, transferido para o surimi durante sua obtenção.

Quanto à cor, para o valor L^* obtiveram-se como resultados valores entre 57,04 e 64,41, sendo que as formulações F0 e F2 foram as que apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$), 64,41 e 61,60, respectivamente. Os valores L^* encontrados indicam que todas as formulações de *nuggets* de subprodutos de frango apresentam tonalidade branca bastante perceptível, e esta tonalidade branca provavelmente está relacionada com as matérias-primas que compõem as formulações, surimi e pele de frango, pois estas apresentaram os maiores valores L^* entre as matérias-primas (55,09 e 55,30, respectivamente). Esta tonalidade clara, favorecida pelos altos valores L^* , é desejável nos *nuggets* por serem produtos derivados de carne de frango, mais conhecida por carne branca, o que deixa o produto com coloração característica e atrativa ao consumidor.

Com relação ao valor a^* , todas as formulações de *nuggets* apresentaram valores próximos de zero (1,74, 1,40, 1,67 e 1,71) indicando que a cor vermelha não prevaleceu nos *nuggets* do presente estudo. Estes valores a^* verificados podem ter sido influenciados pelas matérias-primas presentes nessas formulações de *nuggets*, surimi e pele de frango, que apresentaram os menores valores de a^* entre as matérias-primas analisadas (3,41 e 0,79, respectivamente). Além disso, estes baixos valores a^* são desejáveis no produto em questão, visto que resulta em tonalidade branca, característica dos *nuggets*.

No que diz respeito ao valor b^* , os resultados estiveram compreendidos entre 17,47 e 18,13 mostrando que a cor amarela prevaleceu nos *nuggets*, cor característica deste produto.

Para lipídios, os valores apresentaram-se entre 7,73% e 11,92%, onde a formulação F3, com maior concentração de pele (20%), foi a que apresentou o maior teor (11,92%) entre as formulações de *nuggets*. Observou-se que, à medida que se aumentava a concentração de pele de frango na formulação, maior era o valor de lipídios encontrados. Isto indica que provavelmente existe uma relação direta entre concentração de pele de frango na formulação e teor de lipídios encontrado da mesma. Infelizmente, o aumento do teor de lipídios nas formulações de *nuggets* não é favorável quando se pretende aproveitar o máximo permitido de pele de frango no produto cárneo sem provável prejuízo à saúde do consumidor.

Com relação à perda de peso por cocção, os resultados estiveram compreendidos entre 35,05% e 40,37%, maiores do que o observado por Babji et al. (1998) em quatro formulações de salsichas de CMS e pele de frango, cujos valores estiveram entre 11% e 19% e apresentaram diferença significativa entre as formulações sendo que àquela com maior concentração de pele (30%) apresentou a menor perda de peso por cocção.

Conforme Paz (2014), para carne de peito de frangos de corte, os valores de perda de peso por cozimento variam entre 18 a 29% aproximadamente, valores menores que os observados no presente estudo. Esse autor também afirma que a perda de peso por cozimento está associada ao comportamento da carne durante e após a cocção, e pode influenciar na qualidade de produtos processados e a aceitação pelo consumidor. Além disso, este parâmetro pode ser influenciado pelo pH final da carne, que ao ultrapassar os limites aceitáveis como normais, confere piora nestes parâmetros de qualidade.

Quanto à proteína, as formulações de *nuggets* apresentaram valores entre 11,07% e 13,04%, onde todas atenderam ao padrão exigido por Brasil (2001a), que é de mínimo 10% de proteína.

Para umidade, os valores encontrados estiveram entre 51,83% e 56,31%, onde a F0 foi a que apresentou o maior teor (56,31%) entre as formulações de *nuggets*. Verificou-se também que à medida que se reduzia a concentração de surimi na formulação, menor era o teor de umidade, logo, concentração de surimi e teor de umidade possivelmente apresentam uma relação direta nas formulações de *nuggets*. Isto é reforçado quando se verifica que o surimi de CMS de frango (Tabela 2) apresentou o maior teor de umidade entre as matérias-primas analisadas (77,87%), portanto, o seu teor de umidade foi o que provavelmente influenciou mais no teor de umidade das formulações de *nuggets*.

Com relação ao índice de peróxido, em nenhuma das formulações houve a indicação de presença quantitativa de peróxidos. Dessa forma, pode-se afirmar que as formulações não sofreram o processo de oxidação.

Vega (2008), ao analisar a composição química de salsicha com surimi de CMS de frango, verificou um teor de umidade maior (74,39%), teor de proteína (12,21%) entre a faixa de valores encontrada nesta pesquisa (11,07% a 13,04), teores de lipídios e carboidratos menores (5,69% e 4,06%, respectivamente), e o teor de cinzas menor (3,65%) que o encontrado para a maioria das formulações de *nuggets* desta pesquisa. Esta salsicha estava dentro dos padrões estabelecidos por Brasil (2000), exceto para umidade, onde a salsicha deveria apresentar máximo de 65 %.

5.2 Análise microbiológica

O resultado da caracterização microbiológica das matérias-primas de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5- Análise microbiológica das matérias-primas de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	Matérias-primas					
	CMS	*Padrão	Surimi	**Padrão	Pele	***Padrão
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<3	-	<3	Máx. 10 ⁴	<3	-
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	n=5, c=2	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	5,6x10 ³	-	7,3x10 ³	-	4,0x10 ²	-
Psicrotróficos (UFC/g)	3,2x10 ³	-	1,9x10 ³	-	1,2x10 ³	-

* Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000 (BRASIL, 2000). n= número de unidades da amostra representativa; c= número de amostras aceitáveis com resultado positivo.

**Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001(BRASIL, 2001b). Grupo de alimentos: carnes e produtos cárneos; Subgrupo: carnes resfriadas, ou congeladas, "in natura", de aves (carcaças inteiras, fracionadas ou cortes).

***Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001(BRASIL, 2001b). Grupo de alimentos: carnes e produtos cárneos; Subgrupo: gorduras e produtos gordurosos de origem animal (toucinho, banha, peles, bacon e similares).

Quanto aos coliformes a 45 °C, todas as matérias-primas apresentaram <3NMP/g. Nunes (2003), ao avaliar a contagem de coliformes a 45 °C em CMS de galinhas poedeiras e matrizes, verificou valores próximos ao encontrado neste estudo, 2,0 e 2,2 NMP/g. Para o surimi, o resultado encontrado está dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2001b) para este microrganismo, cujo padrão é máximo 10⁴. Segundo Mella et al. (2004) a análise destes microrganismos é extremamente importante para a valorização das condições higiênico-sanitárias dessas matérias-primas.

Com relação à detecção de *Salmonella* spp., todas as matérias primas apresentaram resultados dentro do permitido pelas legislações vigentes (BRASIL, 2001b; BRASIL, 2000), cujo os padrões são duas amostras positivas para cada cinco amostras representativas para CMS, e ausência em 25g para surimi e pele de frango. Carvalho e Cortez (2005) verificaram resultados contrários ao do presente estudo ao analisar 60 amostras de CMS de frango e constataram que 15 delas apresentaram presença de *Salmonella* spp.

A contaminação da carne de frango com microrganismos patogênicos é um tema importante em saúde pública porque esses microrganismos podem causar doenças ao homem. O consumo de carne de frango contaminada tem causado inúmeros surtos e casos isolados de enfermidades, entre os microrganismos predominantes encontra-se *Salmonella* spp. como agente etiológico (MEAD, 2004).

Para os mesófilos, os valores encontrados para as matérias-primas estiveram compreendidos entre $4,0 \times 10^2$ UFC/g e $7,3 \times 10^3$ UFC/g. Segundo Júnior e Garcia (2007), as peculiaridades do abate de aves, onde as contaminações são praticamente inevitáveis, somado ao contato com maquinários e equipamentos em praticamente todas as fases do processamento, poderiam justificar as populações de mesófilos encontradas nas matérias-primas da presente pesquisa.

Quanto aos psicrotróficos, os resultados encontrados estiveram entre $1,2 \times 10^3$ UFC/g e $3,2 \times 10^3$ UFC/g. Segundo Arcuri et al. (2008), os psicrotróficos são bactérias capazes de se desenvolver em temperaturas abaixo de 7 °C, logo estes valores encontrados para as três matérias-primas podem ter sido influenciados pelo armazenamento e transporte, sob congelamento e refrigeração, de quatro dias da CMS e pele de frango para então chegar ao destino final de realização das análises, como também pela temperatura refrigerada das soluções de lavagem utilizadas no processamento do surimi.

Maschieto et al. (2008), ao avaliar microbiologicamente surimi de CMS de frango, encontraram valores menores que os desta pesquisa para mesófilos e psicrotróficos, cujos resultados foram abaixo do limite de detecção do método utilizado ($<1,0 \times 10$ UFC/g).

Júnior e Garcia (2007) ao avaliarem CMSs oriundas de dois processos de obtenção, verificaram teores bem mais elevados que os desta pesquisa para coliformes a 45 °C ($1,8 \times 10^3$ NMP/g e $3,0 \times 10^3$ NMP/g), mesófilos ($1,2 \times 10^5$ UFC/g e $1,1 \times 10^5$ UFC/g) e psicrotróficos ($1,4 \times 10^5$ UFC/g e $1,1 \times 10^5$ UFC/g). Para *Salmonella* spp., esses mesmos autores também verificaram resultados distintos do presente estudo, os quais mostraram que, de 80 amostras analisadas, 23 apresentaram presença de *Salmonella* spp.

A legislação vigente (BRASIL, 2001b; BRASIL, 2000) não apresenta padrões de contagem de mesófilos e psicrotróficos para CMS, surimi e pele de frango.

A matéria-prima da CMS apresenta elevada carga microbiana como consequência da contaminação 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 (MÓRI et al., 2006).

Devido à sua composição e seu estado físico, a CMS constitui-se um meio adequado para a proliferação bacteriana e como consequência uma menor vida útil sob refrigeração, sendo, portanto, o congelamento a sua melhor forma de armazenamento. Entretanto a CMS apresenta carga microbiana semelhante à carne moída e se esses produtos forem manipulados e processados adequadamente, respeitando-se as boas práticas de manejo, o crescimento bacteriológico pode ser controlado. Em geral, pode-se dizer que, se o número de bactérias na superfície da carne exceder $1,0 \times 10^8$ UFC/g, a carne é inviável para o consumo humano, sendo assim uma matéria prima com essa contagem microbiana não poderá ser destinada para a obtenção da CMS (NUNES, 2003).

O resultado da caracterização microbiológica das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6- Análise microbiológica das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	*Formulações				
	F0	F1	F2	F3	**Padrão
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	Máx. 10^3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$1,0 \times 10^2$	$1,3 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	-
Psicrotróficos (UFC/g)	$8,0 \times 10^1$	$8,3 \times 10^1$	$1,7 \times 10^2$	$4,4 \times 10^1$	-
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$1,2 \times 10^2$	$6,3 \times 10^1$	$9,3 \times 10^1$	$8,0 \times 10^1$	-

*F0 (0% pele); F1 (10% pele), F2 (15% pele) e F3 (20% pele).

**Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001b). Grupo de alimentos: carnes e produtos cárneos; Subgrupo: produtos cárneos cozidos ou não, maturados ou não, fracionados ou fatiados, mantidos sob refrigeração.

Todas as formulações de *nuggets* apresentaram resultados permitidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001b) para coliformes a 45 °C (<3 NMP/g) e *Salmonella* spp (ausência), cujos padrões são de máximo de 10^3 NMP/g e ausência em 25g, respectivamente.

Vega (2008), ao realizar análise microbiológica de embutido emulsionado contendo CMS de frango, constatou resultado maior para coliformes a 45 °C (< 10^2 NMP/g) e equivalente ao presente estudo para *Salmonella* spp (ausência). Já Silva (2007) verificou ausência para ambas as análises em amostras de *nuggets* de frango tradicionais, resultado menor e equivalente do produto em questão para coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp., respectivamente.

Quanto aos mesófilos, os valores encontrados apresentaram-se entre $1,0 \times 10^2$ UFC/g e $1,9 \times 10^2$ UFC/g. Estes resultados foram acima dos valores verificados por Ramos (2003) citado por Mella et al. (2004), ao avaliar microbiologicamente produtos reestruturados crus contendo CMS de ave, que observou somente 1,64 UFC/g para mesófilos. Esse mesmo autor também realizou a contagem de coliformes a 45 °C e constatou valores próximos (<1 NMP/g) ao verificado no presente estudo.

Para os psicrotróficos, os resultados estiveram entre $4,4 \times 10^1$ UFC/g e $1,7 \times 10^2$ UFC/g, valores acima do encontrado por Victorino (2008) em amostras de pão de carne com CMS de frango, onde verificou <10 UFC/g para esta classe de microrganismos.

Quanto aos bolores e leveduras, os valores apresentaram-se entre $6,3 \times 10^1$ UFC/g e $1,2 \times 10^2$ UFC/g. Estes valores podem estar relacionados às farinhas de empanamento, utilizadas durante processamento dos *nuggets* de subprodutos de frango, que são ótimos substratos para multiplicação deste tipo de microrganismos.

A legislação vigente (BRASIL, 2001b) não apresenta padrões de contagem de mesófilos, psicrotróficos e bolores e leveduras para os *nuggets* de frango.

O uso de boas práticas de fabricação e melhorias tecnológicas durante o processo de abate, congelando imediatamente a CMS após sua obtenção, as contagens microbianas são reduzidas de tal forma que os produtos elaborados a partir desta CMS apresentam uma qualidade microbiológica melhor que desta matéria-prima (MELLA et al., 2004).

Os valores encontrados para mesófilos, psicrotróficos e bolores e leveduras indicam um produto próprio para o consumo, pois segundo Victorino (2008), seria considerado impróprio para consumo contagens a partir de 10^6 UFC/g.

5.3 Análise sensorial

5.3.1 Teste de diferença: comparação múltipla

Os resultados do teste de diferença para os atributos aparência, odor, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7- Atributos sensoriais de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango analisados no teste de diferença: comparação múltipla

Formulações	*Atributos± desvio padrão				
	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Impressão Global
F0	1,97±1,03 b	1,83±1,03 a	2,30±1,06 a	2,47±1,16 a	2,36±1,02 a
F1	2,22±1,07 b	2,03±1,13 a	2,60±1,11 a	2,28±1,18 a	2,44±1,03 a
F2	2,25±1,05 b	1,93±1,05 a	2,47±0,91 a	2,31±1,06 a	2,47±1,03 a
F3	2,69±1,09 a	2,19±1,09 a	2,69±1,24 a	2,58±1,13 a	2,81±1,01 a

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si. Foi aplicado o Teste de *Dunnet* ao nível de 1% e 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (SILVA, 2014).

As quatro formulações de *nuggets* não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre si nos parâmetros avaliados, exceto na aparência, onde a F3 apresentou-se diferente das demais formulações.

Esta diferença verificada no atributo aparência pode estar relacionada à diferença significativa ($p < 0,01$) constatada no parâmetro cor dos *nuggets*, onde a F3 obteve o valor L* diferente das formulações F0 e F2. Ou seja, uma diferença detectada nos *nuggets* por análise instrumental foi perceptível na análise sensorial, que é subjetiva.

Resultados semelhantes foram observados por Maschieto et al. (2008) ao realizar teste de diferença entre três formulações de presuntos cozidos com surimi de frango e uma formulação controle, onde uma das formulações apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) da formulação controle nos atributos cor e textura.

5.3.2 Aceitação

5.3.2.1 Perfil dos provadores

Nos gráficos seguintes (Gráficos 1, 2, 3 e 4) encontra-se o sexo, faixa etária, escolaridade e atitude de consumo dos provadores participantes do teste de aceitação. Dos 116 provadores, a maioria era do sexo feminino (66,38%), com faixa etária menor de 20 anos até 30 anos, do ensino superior e com frequência de consumo semanal e quinzenal de empanados de frango.

As mulheres, apesar de trabalharem fora, ainda são as grandes responsáveis pelo abastecimento alimentar da família, justificando desse modo o aumento do consumo dos produtos de conveniência nos últimos anos (NUNES, 2003).

Gráfico 1- Sexo dos provadores participantes da aceitação

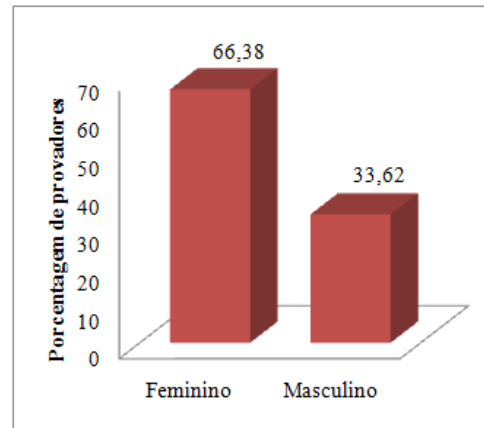


Gráfico 2- Faixa etária dos provadores participantes da aceitação

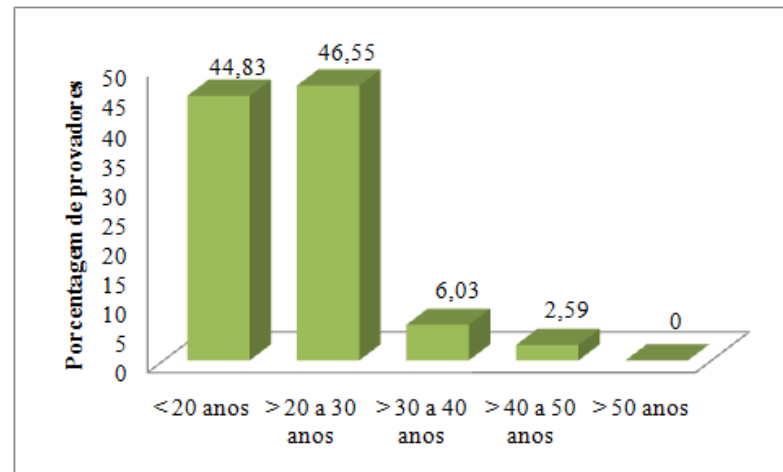


Gráfico 3- Escolaridade dos provadores participantes da aceitação

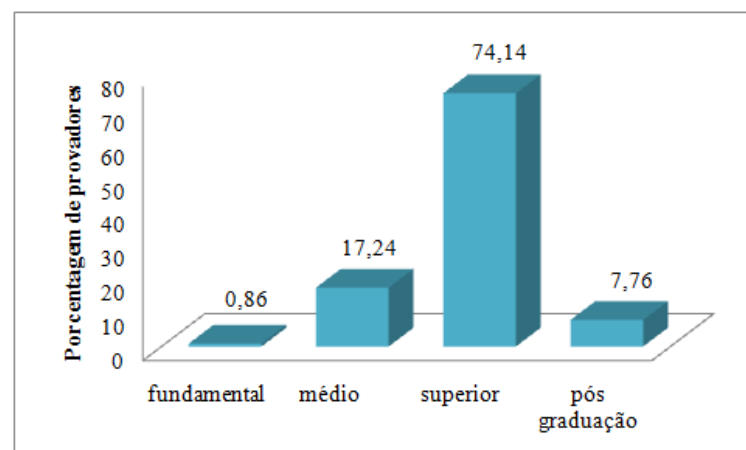
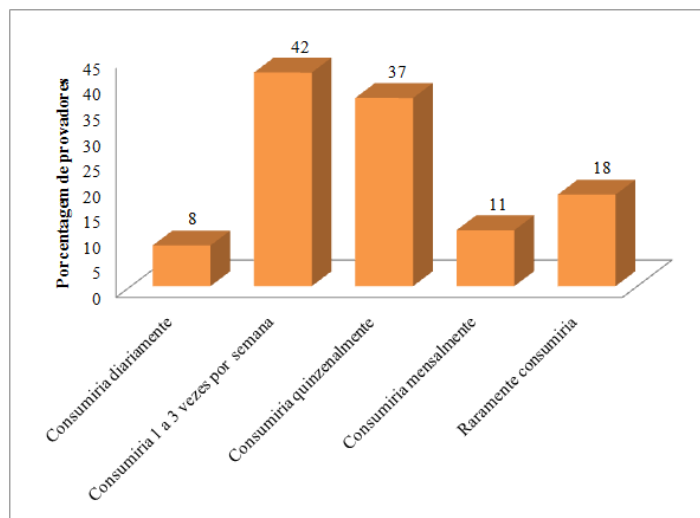


Gráfico 4- Atitude de consumo dos provadores participantes da aceitação



5.3.2.2 Aceitação dos atributos sensoriais

Os resultados de aceitação para os atributos aparência, odor, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 8.

Tabela 8 – Atributos sensoriais de aceitação de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Formulações**	Atributos* ± Desvio Padrão				
	Aparência	Odor	Sabor	Textura	Impressão Global
F0	6,71 b±1,58	6,95 b±1,45	6,67 b±1,68	6,09 c±1,83	6,70 b±1,44
F1	7,05 b±1,43	6,76 b±1,54	6,80 b±1,76	6,66 b±1,50	6,96 b±1,38
F2	6,99 b±1,74	7,20 a±1,31	7,30 a±1,44	7,21 a±1,45	7,42 a±1,24
F3	7,60 a±1,23	7,39 a±1,15	7,34 a±1,47	7,35 a±1,40	7,54 a±1,18

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tule* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

**F0 (0% pele); F1 (10% pele), F2 (15% pele) e F3 (20% pele).

Todos os atributos se apresentaram diferentes ($p > 0,01$) entre as formulações de *nuggets*. Verificou-se que as formulações F2 e F3, com maiores concentrações de pele, 15% e 20% respectivamente, foram as mais bem aceitas na maioria dos atributos, exceto na aparência, tendo somente a F3 como a mais aceita. Porém, pode-se afirmar que a formulação F3 foi a mais aceita em todos os atributos avaliados, pois apresentou as maiores médias de aceitação em todos esses atributos. As notas médias estiveram situadas próximas às notas 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) da escala utilizada.

Resultados próximos da presente pesquisa foram observados por Vega (2008), ao analisar aceitação de embutido com surimi de frango, quando observou a maior frequência de notas entre 6 e 7 (gostei ligeiramente/gostei moderadamente).

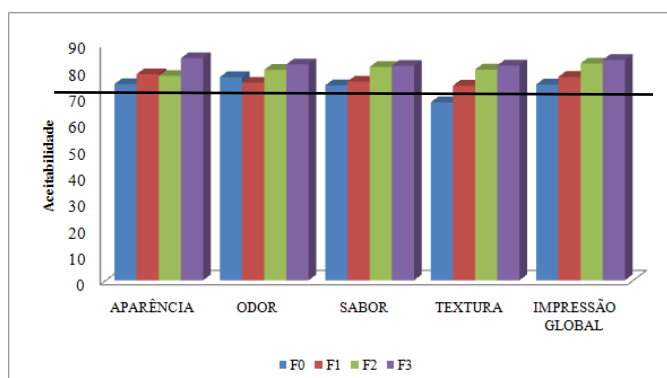
Victorino (2008) também verificou resultados semelhantes ao do presente estudo ao analisar aceitação de pão de carne com CMS, quando constatou que as médias situaram-se em torno da nota 7 (gostei moderadamente). No entanto, apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) somente para atributo cor.

Já Marengoni et al. (2009), ao analisar aceitação de *fishburger* elaborados com base protéica de carne mecanicamente separada (CMS) de tilápia-do-nylo, verificou resultados distintos do presente estudo, onde nenhum dos atributos avaliados apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) e as notas situaram-se entre 7 (gostei moderadamente) e 8 (gostei muito).

As maiores concentrações de pele nas formulações F2 e F3 de *nuggets* de subprodutos de frango provavelmente influenciaram na sua aceitação, principalmente nos atributos sabor e textura. Isso porque a pele, por apresentar um teor lipídico elevado (42,39%) comparado ao surimi (3,63%), pode auxiliar no processo de cura do alimento, potencializando seu sabor, e no processo de emulsificação, melhorando a textura do alimento e tornando-a agradável ao paladar do consumidor.

O índice de aceitabilidade dos atributos aparência, odor, sabor, textura e impressão global das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se no Gráfico 5.

Gráfico 5- Índice de aceitabilidade dos atributos de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango



F0 (0% pele), F1 (10% pele), F2 (15% pele) e F3 (20% pele).

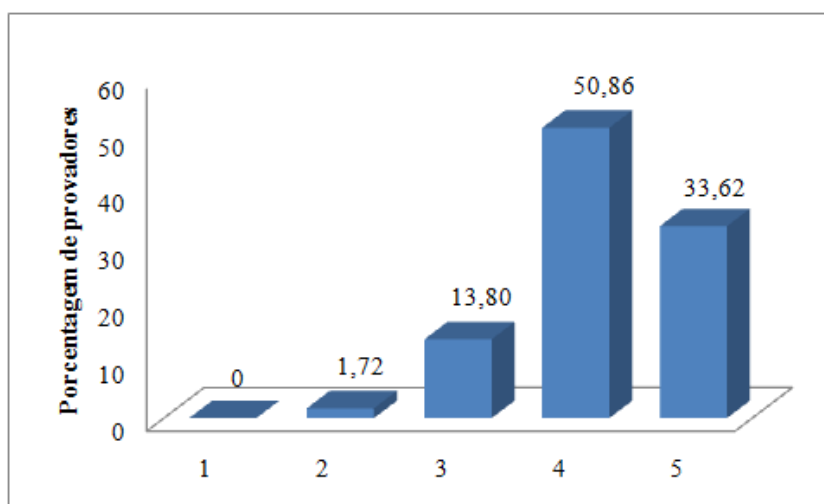
As formulações de *nuggets* de subprodutos de frango apresentaram índices de aceitabilidade acima do preconizado por Dutcosky (2011), que estabelece um índice mínimo de 70% para o produto ser considerado aceito, exceto a F0 que apresentou somente 67,67% de índice de aceitabilidade. Mas, de forma geral, todas as formulações foram bem aceitas.

Os resultados do presente estudo e dos autores citados anteriormente mostram que produtos elaborados com CMS e surimi apresentam uma boa aceitação pelos consumidores.

5.3.3 Intenção de compra

Os resultados para a intenção de compra de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontram-se no Gráfico 6.

Gráfico 6- *Intenção de compra de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango



*Nota 1 (certamente não compraria); Nota 2 (provavelmente não compraria); Nota 3 (Tenho dúvidas se compraria); Nota 4 (provavelmente compraria) e a nota 5 (Certamente compraria).

A maioria dos provadores (84,48%) atribuiu notas 4 e 5, afirmando, respectivamente, que provavelmente compraria e certamente compraria os *nuggets* de subprodutos de frango. Isto é consequência da boa aceitação de todas as formulações deste produto (Gráfico 5).

Já Vega (2008), ao verificar a intenção de compra de embutido com surimi de frango, observou que 83,30% dos provadores afirmaram que talvez comprariam, talvez não comprariam e provavelmente comprariam este produto. Ou seja, no estudo deste autor, a maioria dos provadores tiveram dúvidas se comprariam ou não o produto cárneo com surimi de frango, enquanto no presente estudo a maioria dos provadores afirmaram certeza na compra do produto contendo este mesmo subproduto.

5.3.4 Teste de preferência por ordenação

Os resultados do teste de preferência por ordenação das quatro formulações de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9- Diferença crítica da soma das ordens de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Formulações	Soma das ordens	Diferença crítica	Valor tabelado*
F0	226 c	F0-F1= 281-226= 55	47/57
F1	281 b	F0-F2= 325-226= 99	47/57
F2	325 a	F0-F3= 345-226= 119	47/57
F3	345 a	F1-F2= 325-281= 44	47/57
		F1-F3= 345-281= 64	47/57
		F2-F3= 345-325= 20	47/57

*Valores críticos para comparação com os módulos das diferenças entre as somas das ordens do teste de ordenação, ao nível de 1% e 5% de probabilidade (ABNT, 1994).

As quatro formulações de *nuggets* apresentaram diferenças entre as somas das ordens do teste de ordenação, exceto entre a F2 e F3, indicando que estas formulações foram as mais preferidas. Estas duas formulações são as que contêm maiores concentrações de pele de frango, 15% e 20% respectivamente, o que pode ter interferido na sua preferência pelos provadores.

Os resultados encontrados para este teste foram compatíveis aos resultados da aceitação (Tabela 8), onde na maioria dos atributos as formulações F2 e F3, as mais preferidas, foram as mais aceitas.

A preferência por um produto está ligada aos hábitos e padrões culturais, além da sensibilidade individual, idade, fidelidade a determinadas marcas, higiene, local de consumo, número e tipo de acompanhantes no momento de consumir o produto, entre outros aspectos (MARENGONI et al., 2009).

5.4 Estabilidade da matéria-prima e do produto final

5.4.1 Estabilidade físico-química

Quanto ao índice de peróxido, em nenhuma das amostras submetidas à estabilidade físico-química (CMS, surimi e *nuggets*) houve presença quantitativa de peróxidos durante o

período de armazenamento, indicando que as amostras não apresentaram oxidação lipídica durante o período de estocagem analisado.

A estocagem sob congelamento não interrompe completamente todas as possíveis alterações na qualidade. As reações que induzem as alterações oxidativas continuam a ocorrer, mesmo em baixas temperaturas. A mais importante alteração química deteriorativa é causada pela oxidação lipídica (NEIVA, 2006). Porém, nas amostras desta pesquisa, esta alteração química não ocorreu, mesmo estando em condições favoráveis a esta alteração.

O resultado da estabilidade físico-química da CMS de frango encontra-se na Tabela 10.

Tabela 10- Estabilidade físico-química da CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento $\pm$ Desvio Padrão					
	5 dias	25 dias	55 dias	85 dias	115 dias	145 dias
Aw	0,75a $\pm$ 0,01	0,76a $\pm$ 0,01	0,73b $\pm$ 0,00	0,70c $\pm$ 0,00	0,67d $\pm$ 0,01	0,68d $\pm$ 0,01
pH	6,67bc $\pm$ 0,11	6,80ab $\pm$ 0,10	6,70bc $\pm$ 0,10	7,13a $\pm$ 0,15	6,30c $\pm$ 0,10	6,30c $\pm$ 0,26
Proteínas (%)	12,21a $\pm$ 1,10	13,39 a $\pm$ 0,02	13,58a $\pm$ 0,13	13,33a $\pm$ 0,18	13,62a $\pm$ 0,23	13,03a $\pm$ 0,06

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) durante o armazenamento da CMS de frango, exceto proteína.

Para Aw, verificou que houve redução significativa durante todo o período de armazenamento. Isto foi importante e benéfico para manter uma boa qualidade desta matéria-prima, pois, quanto menor a Aw, menor é a atividade microbiológica e, conseqüentemente, a deterioração microbiológica demora a acontecer, mantendo as características físico-químicas e nutricionais da CMS inalteradas por mais tempo.

Quanto ao pH, observou-se que reduziu significativamente ($p < 0,01$) nos primeiros 55 dias, em seguida aumentou ($p < 0,01$) nos 85 dias e por fim novamente reduziu e manteve-se constante até os últimos 145 dias de armazenamento. O valor constante, verificado nos últimos dias de armazenamento, foi o menor valor encontrado para este parâmetro (6,30).

Kirschnik (2007), ao avaliar estabilidade de CMS de tilápia por 180 dias, observou resultado contrário desta pesquisa quando constatou que o pH aumentava significativamente nos primeiros 60 dias, permanecendo praticamente constante até o fim do período. Além disso, os resultados encontrados foram próximos ao do presente estudo, entre 6,4 e 6,8. Ainda afirma que aumento do pH pode indicar degradação proteica, com produção de substâncias como amônia e outras aminas.

Isto pode explicar o porquê que o teor de proteínas manteve-se estável durante todo o tempo de armazenamento: o pH reduziu praticamente durante todo o período de armazenamento e, portanto, não provocou degradação proteica e, consequentemente, alterações significativas do teor de proteínas. Além disso, este parâmetro esteve dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2000) durante todo período de armazenamento da CMS, que é mínimo de 12%.

O resultado da estabilidade da cor da CMS de frango encontra-se na Tabela 11.

Tabela 11- Estabilidade da cor da CMS de frango

		Tempo de Armazenamento	
		± Desvio Padrão	
Parâmetros		5 dias	145 dias
Cor	L*	44,30 a±1,36	45,91 a±0,95
	a*	15,49 a±1,77	14,44 a±0,11
	b*	7,30 b±0,18	10,73 a±0,27

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Os valores encontrados não apresentaram diferença ($p > 0,01$) entre os primeiros cinco dias e os últimos 145 dias de armazenamento da CMS de frango, exceto o valor b*, o qual apresentou resultado maior (10,73) no último tempo de armazenamento. Isto indica que a CMS de frango não apresentou estabilidade na sua cor até o último período de armazenamento, apresentando uma coloração mais amarela no final da estocagem.

Segundo Olivo (2006a), uma alternativa para aumentar a estabilidade da cor do produto é adição de α -tocoferol (vitamina E) no momento do processamento de carnes, sendo que o efeito deste aditivo foi verificado em CMS de frango refrigerada e estocada por 12 dias, constatando-se que a CMS suplementada com vitamina E apresentou uma maior preservação da cor vermelha, provavelmente devido o efeito protetor desta vitamina à molécula do pigmento heme, a qual por sua vez, protege o átomo de ferro, retardando sua oxidação.

O resultado da estabilidade físico-química do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 12.

Tabela 12- Estabilidade físico-química do surimi de CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento $\pm$ Desvio Padrão					
	1 dia	21 dias	51 dias	81 dias	111 dias	141 dias
Aw	0,75a $\pm$ 0,01	0,75a $\pm$ 0,00	0,70ab $\pm$ 0,01	0,70ab $\pm$ 0,04	0,63c $\pm$ 0,01	0,68bc $\pm$ 0,02
pH	6,73d $\pm$ 0,11	7,33ab $\pm$ 0,15	7,10bc $\pm$ 0,10	6,40e $\pm$ 0,20	6,97cd $\pm$ 0,06	7,43a $\pm$ 0,15
Proteínas (%)	10,44c $\pm$ 0,03	11,34b $\pm$ 0,13	10,12c $\pm$ 0,02	11,43b $\pm$ 0,11	11,89a $\pm$ 0,00	12,02a $\pm$ 0,20

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Todos os parâmetros apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$) durante todo o período de armazenamento do surimi de CMS de frango.

Observou-se uma provável relação entre os parâmetros Aw e proteínas, principalmente a partir dos 111 dias de armazenamento do surimi, pois se verificou que Aw apresentou os menores valores (0,63 e 0,68) enquanto que o teor proteico foram os maiores (11,89% e 12,02%). Isto pode ser resultante de uma maior retenção de água pelas proteínas miofibrilares do surimi, o que fez reduzir teor de água livre responsável pela Aw e, consequentemente, aumentar concentração protéica.

As proteínas miofibrilares presentes no surimi de CMS de frango são responsáveis por propriedades funcionais como emulsificação, e a relação dessas proteínas com a água, no surimi desta pesquisa, pode estar relacionado ao fato de que as mesmas atuam como agente estabilizante ou emulsificante, ou seja, atuam na interface entre gordura e água, diminuindo a tensão interfacial entre as duas, unindo-as e evitando a coalescência da gordura (MASCHIETO, 2008; OLIVO, 2006b). Com isso, possivelmente o surimi apresentou emulsão estável nos últimos dias de armazenamento.

Quanto ao pH, os valores encontrados estiveram compreendidos entre 6,40 e 7,43 durante todo o período de armazenamento do surimi, sendo que no último tempo analisado (141 dias) apresentou o maior valor (7,43). Vega (2008) verificou valores próximos ao desta pesquisa (entre 7,27 e 7,30) ao analisar surimi de CMS de frango obtido em diferentes temperaturas, proporções (CMS: solução de lavagem) e tempos de lavagens.

Os altos valores de pH encontrados no presente estudo para surimi de CMS de frango, mostra que esta matéria-prima fornece condições desfavoráveis para formação de emulsão cárnea de qualidade, sendo, portanto, necessária a adição de ingredientes que auxiliem no processo de emulsificação durante elaboração dos produtos cárneos, como amido, emulsificante e proteína texturizada de soja, ingredientes estes utilizados na elaboração dos empanados da presente pesquisa.

O comportamento do pH durante o armazenamento, sob congelamento, é dependente da temperatura de estocagem, composição em sais, estado fisiológico, poder tampão das

proteínas e ação enzimática (GRYSCHK; OETTERER; GALLO, 2003). Logo, os valores elevados encontrados no presente estudo podem ter sido influenciados pelos sais, bicarbonato de sódio e sal comum, presentes nas soluções de lavagem e pela adição dos crioprotetores, sacarose e sorbitol, durante obtenção do surimi.

O resultado da estabilidade da cor do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13- Estabilidade da cor do surimi de CMS de frango

		Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão	
Parâmetros		1 dia	141 dias
Cor	L*	56,41a±3,98	53,50 a±1,12
	a*	4,39 a±0,15	2,98 b±0,21
	b*	9,12 a±0,07	9,41 a±0,45

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Os valores verificados para este parâmetro não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para o primeiro e último dia de armazenamento, exceto valor a*, que apresentou redução de 4,39 para 2,98. Akl (1994) encontrou valores a* próximos e maiores, entre 3,50 e 11,27, ao avaliar surimi de CMS de frango obtidas com diferentes concentrações de NaCl na solução de lavagem e número de centrifugações realizadas durante a obtenção do surimi.

O resultado da estabilidade físico-química de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 14.

Tabela 14- Estabilidade físico-química de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	*Tempo de Armazenamento ± Desvio Padrão				
	1 dia	31 dias	61 dias	91 dias	121 dias
Aw	0,72a±0,01	0,70ab±0,01	0,64b±0,04	0,63b±0,01	0,64b±0,01
Ph	6,57a±0,05	6,47a±0,15	6,57a±0,06	6,70a±0,10	6,50a±0,26
Proteínas (%)	10,52ab±0,44	11,10a±0,40	10,86ab±0,30	10,24b±0,18	11,29a±0,10

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Os parâmetros apresentaram diferença ($p < 0,01$) durante todo o período de armazenamento dos *nuggets*, exceto pH.

Observando o comportamento dos parâmetros Aw e proteína, nos últimos dias de estocagem a Aw apresentou os menores valores (0,63 e 0,64) e o maior teor proteico (11,29%). Isto também foi observado no surimi durante seu armazenamento, logo, possivelmente os *nuggets* foram influenciados pelo comportamento do surimi, presente na sua composição, diante desses dois parâmetros. Além disso, os teores de proteínas encontrados

durante todo o período de armazenamento dos *nuggets* estiveram dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2001a), que é mínimo 10%.

Para o pH, os valores encontrados nos *nuggets* durante sua estocagem (entre 6,47 e 6,70) também podem estar relacionados com os elevados valores verificados no surimi durante seu armazenamento (entre 6,40 e 7,43). Bonato (2006), ao avaliar *nuggets* com diferentes proporções de surimi, verificou que o pH também apresentou resultados não significativos.

Alimentos de baixa acidez ($\text{pH} > 4,5$), como os *nuggets* do presente estudo, são os mais sujeitos a multiplicação microbiana, tanto de espécies patogênicas quanto de espécies deteriorantes. Porém, o pH de um alimento não exerce apenas influência sobre a velocidade de multiplicação dos microrganismos, mas também interfere na qualidade dos alimentos, durante o armazenamento, tratamento térmico, dessecação, ou durante qualquer outro tipo de tratamento, ou seja, é também responsável direto pela deterioração de produtos alimentícios (FRANCO; LANDGRAF, 2005; SILVA, 2000).

O resultado da estabilidade da cor de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 15.

Tabela 15- Estabilidade da cor de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

		Tempo de Armazenamento	
		± Desvio Padrão	
Parâmetros		1 dia	121 dias
	L*	56,98 a±1,85	55,52 a±1,09
Cor	a*	1,70 a±0,26	1,79 a±0,09
	b*	17,52 b±0,81	19,75 a±1,05

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma linha não diferem significativamente entre si ($p < 0,01$). Foi aplicado o Teste *Tukey* ao nível de 1% e 5% de probabilidade (SILVA, 2014).

Os valores verificados para este parâmetro não diferiram ($p > 0,01$) durante o período de armazenamento dos *nuggets*, exceto valor b*, que aumentou no último dia de armazenamento.

Babji et al. (1998) observaram resultados contrários desta pesquisa quando constataram aumento dos valores a* e b* em quatro formulações de salsichas de CMS e pele de frango durante 3 meses armazenadas sob refrigeração. Ainda afirma que adição de pele de frango pode diminuir o valor a* significativamente, porém, no seu trabalho, o aumento do valor a* pode ter sido devido o uso de pele de frango cozida que apresentou uma cor mais escura do que a pele de frango *in natura*.

5.4.2 Estabilidade microbiológica

O resultado da estabilidade microbiológica da CMS de frango encontra-se na Tabela 16.

Tabela 16- Estabilidade microbiológica da CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento					
	5 dias	25 dias	55 dias	85 dias	115 dias	145 dias
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$5,6 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$5,0 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$
Psicrotróficos (UFC/g)	$3,2 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$6,1 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,8 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$

A CMS de frango apresentou a contagem de coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp. estável durante todo o período de armazenamento e permitido pela legislação (Brasil, 2000), cujo padrão para *Salmonella* spp. São, no máximo, duas amostras positivas dentre cinco amostras representativas.

Quanto à contagem de mesófilos, houve uma redução bastante perceptível a partir dos 85 dias de armazenamento, mantendo-se praticamente constante a partir dos 115 dias de estocagem.

A maioria dos microrganismos que se encontra nas aves vivas são os aeróbios mesófilos, e poucos conseguem se desenvolver em temperaturas inferiores a 7 °C. Sua contagem tem sido usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos e, quando presente em grande número, indica falhas durante a produção (CARDOSO et al., 2005).

Logo, devido a essa classe de microrganismos não suportar temperaturas muito baixas como as de congelamento, ela apresentou sua contagem reduzida na CMS durante o período de armazenamento. Porém, as contagens foram relativamente altas provavelmente devido à grande superfície de contato desta carne, que é composta por pequenas partículas resultantes do seu processo de obtenção, favorecendo a multiplicação desses microrganismos.

Para contagem de psicrotróficos houve também uma redução bastante perceptível, mas já nos 55 dias de armazenamento, mantendo-se também praticamente constante a partir dos 115 dias de estocagem.

A redução da contagem de mesófilos e psicrotróficos na CMS durante todo o período de armazenamento pode estar relacionada à redução da A_w durante este mesmo período

(Tabela 10), pois quanto menor a A_w , menos favorável o meio apresenta-se para crescimento dos microrganismos. Além disso, a partir dos 115 dias de armazenamento a CMS apresentou as menores contagens de mesófilos e psicrotróficos ($4,1 \times 10^2$ UFC/g e $3,6 \times 10^2$ UFC/g).

Os microrganismos psicrotróficos que predominam nas carcaças podem multiplicar-se, mesmo que lentamente, em temperaturas iguais ou inferiores a 0°C e são responsáveis por grande parte das alterações dos produtos, o que faz com que a vida comercial das carnes de aves dependa tanto da conservação quanto do número de microrganismos presentes após a sua obtenção (VIEIRA; TEIXEIRA, 2007).

Nunes (2003) verificou valores menores que do presente estudo para contagem de coliformes, mesófilos e psicrotróficos em CMS durante 99 dias de armazenamento, cujos valores foram 2,1 NMP/g e 2,5 NMP/g, 4,5 UFC/g e 5,0 UFC/g e entre 4,5 UFC/g e 5,6 UFC/g, respectivamente.

Apesar dos ossos serem bem refrigerados para a obtenção da CMS, a temperatura aumenta durante o processo, o que em conjunto com o valor de pH e o teor de nutrientes e sais minerais influencia favoravelmente no crescimento da flora microbiana durante a obtenção, armazenamento e uso posterior. Se a carcaça ou ossos não forem devidamente refrigerados e recuperação mecânica não é executada imediatamente a desossa manual, a qualidade microbiológica é afetada (MELLA et al., 2004).

O resultado da estabilidade microbiológica do surimi de CMS de frango encontra-se na Tabela 17.

Tabela 17- Estabilidade microbiológica do surimi de CMS de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento					
	1 dia	21 dias	51 dias	81 dias	111 dias	141 dias
Coliformes a 45°C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$7,3 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$4,8 \times 10^2$	$4,1 \times 10^2$	$3,6 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$
Psicrotróficos (UFC/g)	$1,9 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$1,1 \times 10^3$	$3,2 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$3,1 \times 10^2$

O surimi de CMS de frango manteve as contagens de coliformes a 45°C e *Salmonella* spp. estáveis durante todo o período de armazenamento, estando conforme os padrões permitidos pela legislação (BRASIL, 2001b), cujos valores são de máximo 10^4 NMP/g e ausência em 25g, respectivamente.

O comportamento das contagens de mesófilos e psicrotróficos durante o armazenamento desta matéria-prima foi semelhante ao da CMS durante seu período de armazenamento. Para a contagem de mesófilos, houve uma redução bastante perceptível a partir dos 51 dias de armazenamento até apresentar a menor contagem destes microrganismos nos 151 dias de armazenamento, de $3,1 \times 10^2$ UFC/g. Quanto à contagem de psicrotróficos, também foi apresentada uma redução bastante perceptível a partir dos 81 dias de armazenamento, mantendo-se praticamente estável até os últimos dias de armazenamento.

Esta redução da contagem de mesófilos e psicrotróficos no surimi durante o período de armazenamento, assim como na CMS, também pode estar relacionada à redução da A_w no surimi durante seu armazenamento (Tabela 12), o que provavelmente tornou esta matéria-prima menos propícia ao crescimento microbiano.

Kirschnik (2007) verificou resultados menores para psicrotróficos em surimi de CMS de tilápia nilótica armazenada durante 180 dias, os quais estiveram compreendidos entre 2,99 e 3,99 UFC/g.

Os resultados verificados para CMS e surimi indicam matérias-primas com condições higiênico-sanitárias adequadas para sua utilização em formulações de produtos cárneos até os últimos dias de armazenamento, pois segundo Mella et al. (2004) seriam consideradas inadequadas, e com deterioração perceptível, se apresentassem contagem de microrganismos em torno de 10^6 UFC/g.

O resultado da estabilidade microbiológica de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango encontra-se na Tabela 18.

Tabela 18- Estabilidade microbiológica de *nuggets* com inclusão de subprodutos de frango

Parâmetros	Tempo de Armazenamento				
	1 dia	31 dias	61 dias	91 dias	121 dias
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	<3
<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Mesófilos (UFC/g)	$1,8 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$8,1 \times 10^1$	$7,9 \times 10^1$
Psicrotróficos (UFC/g)	$4,6 \times 10^1$	$1,3 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	$9,5 \times 10^1$
Bolores e Leveduras (UFC/g)	$3,2 \times 10^1$	$2,8 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$	$3,5 \times 10^1$	$2,7 \times 10^1$

Os *nuggets* de subprodutos de frango apresentaram contagens de coliformes a 45 °C e *Salmonella* spp. estáveis durante todo o período de armazenamento e dentro dos padrões

permitidos pela legislação (BRASIL, 2001a), cujos valores são máximo 10^3 NMP/g e ausência em 25g, respectivamente.

Quanto à contagem de mesófilos, reduziu a partir dos 31 dias de armazenamento, tornando-se praticamente constante a partir dos 91 dias de estocagem. A menor contagem verificada foi nos 121 dias de armazenamento, de $7,9 \times 10^1$ UFC/g.

Para contagem de psicrotróficos, houve aumento a partir dos 31 dias de armazenamento, mantendo valores maiores até 91 dias de armazenamento, para posterior redução da contagem destes microrganismos nos últimos dias de estocagem. Este comportamento dos psicrotróficos pode estar relacionado à diversidade de espécies dessa classe de microrganismos que poderiam estar contidas nos *nuggets* de subprodutos de frango, onde cada uma dessas espécies, muitas vezes, necessita de condições intrínsecas e extrínsecas específicas e distintas entre si para seu crescimento, como pH, Aw e umidade relativa, o que, consequentemente, pode vir a desfavorecer o crescimento de outras espécies. Segundo Franco e Landgraf (2004), carcaças de frango contêm uma diversificada variedade de microrganismos, com predomínio de espécies psicrotróficas, como *Pseudomonas*, *Moraxella* e *Acinetobacter*. O pH entre 5,7 e 5,9, por exemplo, favorece a multiplicação de *Pseudomonas*.

Portanto, dos 31 dias aos 91 dias de armazenamento, as condições que os *nuggets* se apresentavam provavelmente estavam propícias para o crescimento de uma quantidade maior de espécies do que no primeiro e no último tempo de armazenamento, o que pode ter justificado as menores contagens de psicrotróficos nestes dois tempos de armazenamento.

As contagens de bolores e leveduras não apresentaram valores muito distintos entre si durante todo o período de armazenamento dos *nuggets* de subprodutos de frango.

As contagens observadas indicam que os *nuggets* apresentaram-se adequados para o consumo durante todo o período que esteve armazenado, pois apresentou contagens abaixo de 10^6 UFC/g, quando então se considera o produto com deterioração evidente e inadequado para o consumo, segundo Victorino (2008) e Mella et al. (2004).

Bonato (2006) verificou que *nuggets* com 20% de surimi de CMS de frango armazenados por seis meses também mantiveram aceitável sua qualidade microbiológica durante todo o período de estocagem.

No entanto, Victorino (2008), observou inadequação na qualidade microbiológica de pão de carne com CMS de frango durante 40 dias, pois constatou que as amostras apresentaram alta contagem microbiológica após 20 dias de armazenamento, estando deterioradas e impróprias para o consumo após 40 dias de estocagem.

5.5 Análise dos *nuggets* com filmes de amido

Os valores verificados para umidade e lipídios dos *nuggets* padrões (sem filmes de amido) pré-fritos, fritos e dos *nuggets* fritos revestidos com diferentes concentrações de filmes de amido encontram-se na Tabela 19.

Tabela 19- Teores de umidade e lipídios dos *nuggets* padrões pré-fritos, fritos e dos *nuggets* fritos revestidos com diferentes concentrações de filmes de amido

Concentração	*Parâmetros $\pm$ desvio padrão	
	Umidade (%)	Lipídios (%)
Padrão pré-frito	52,28 $\pm$ 0,32	12,26 $\pm$ 0,26
Padrão frito	22,21d $\pm$ 0,31	24,10 c $\pm$ 0,16
(1) 5% L / 1% H	21,37 $\pm$ 0,02	24,26 c $\pm$ 0,10
(2) 5% L / 2% H	28,26 b $\pm$ 0,29	22,23 d $\pm$ 0,022
(3) 5% L / 3% H	24,30 c $\pm$ 0,70	23,68 cd $\pm$ 1,52
(4) 10% L / 1% H	15,44 f $\pm$ 0,96	28,04 a $\pm$ 0,40
(5) 10% L / 2% H	24,21 cd $\pm$ 0,55	26,04 b $\pm$ 1,29
(6) 10% L / 3% H	25,92 c $\pm$ 0,25	24,74 bc $\pm$ 0,05

*Médias seguidas pela mesma letra em uma mesma coluna não diferem significativamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 1% ($p < 0,01$) e 5% de probabilidade ($p < 0,05$) (SILVA, 2014).
L- amido lipofílico; H- amido hidrofílico.

Pode-se verificar que a diferença de valores de umidade e lipídios entre os *nuggets* padrões foi bastante perceptível, tendo-se praticamente a perda da metade do teor de umidade e ganho do dobro de teor lipídico após sua fritura.

A concentração de 5%L/2%H apresentou-se como a melhor em relação aos dois parâmetros, pois foi a que obteve maior retenção de umidade (28,26%) e menor absorção de lipídios (22,23%), quando comparado com o padrão frito de *nuggets*.

Silva (2007) verificou resultados semelhantes ao analisar teores de umidade e lipídios de *nuggets* tradicionais revestidos ou não de biofilmes de amido, quando constatou que os teores analisados apresentaram grande diferença de valores entre os *nuggets* padrão cru e os fritos, cujos valores foram 55,2% e 46,1% para umidade e 12,66% e 23% para os lipídios, respectivamente. Este mesmo autor também verificou que a concentração de 2%H foi a melhor para os dois parâmetros, com 53,8% de umidade e 19,98% de lipídios.

6 CONCLUSÃO

As formulações F2 e F3 foram as mais aceitas e preferidas pelos provadores. As concentrações de pele de frango utilizadas nas formulações podem ter contribuído para o resultado da aceitação. Além disso, de forma geral, todas as formulações apresentaram uma boa aceitação.

A concentração de biofilmes de amido de 5%L/2%H nos *nuggets* foi a melhor em relação aos dois parâmetros, lipídios e umidade. Diante disso, constatou-se que a aplicação de biofilmes de amido nativo e modificado neste produto foi eficaz no seu melhoramento nutricional.

Por fim, concluiu-se que *nuggets* de subprodutos de frango é um produto viável para consumo, reduzindo o descarte desses subprodutos no meio ambiente, e consequentemente, o impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- AKL, E. R. **Utilização de carne mecanicamente separada (CMS) de frango na obtenção do produto tipo surimi**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP. São Paulo. 1994.
- ALTUNAKAR, B.; SAHIN, S.; SUMNU, G. Functionality of batters containing different starch types for deep-fat frying of chicken nuggets. **European Food Research and Technology**. 2004.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION- APHA. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 4^a ed. Chapter 36. Washington, 2001.
- ANTONOVA, I.; MALLIKARJUNAN, P.; DUNCAN, S. E. Correlating objective measurements of crispness in breaded fried chicken nuggets with sensory crispness. **Journal of Food Science**. 2003.
- APPLEBAUM-BOWDESN, D. Lipases and lecithin-cholesterol acyltransferase in the control of lipoprotein metabolism. **Current Opinion in Lipidology**. 1995.
- ARCURI, E. F.; SILVA, P. D. L.; BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; LANGE, C. C.; MAGALHÃES, M. M. A. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrófilas contaminantes de leite cru refrigerado. **Ciência Rural**. 2008.
- ARNAUD, E.; RELKIN, P.; PINA, M.; COLLIGNAN, A. Characterization of chicken fat dry fractionation at the pilot scale. **European Journal of Lipid Science and Technology**. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14141**: Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13526**: Teste de comparação múltipla em análise sensorial. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13170**: Teste de ordenação em análise sensorial – procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- ÁVILA, C. P. **Formados**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.
- AZEREDO, H. M. C. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**. 2005.
- BABJI, A. S.; CHIN, S. Y.; CHEMPAKA, S.; ALINA, A. R. Quality of mechanically deboned chicken meat frankfurter incorporated with chicken skin. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. 1998.
- BAIK, O. D.; MITTAL, G. S.. Heat and moisture transfer and shrinkage simulation of deep-fat tofu frying. **Food Research International**. 2005.

BAUMANN, B.; ESCHER, M. F. Mass and heat transfer during deep-fat frying of potato slices-i. Rate of drying and oil uptake. **Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie**. 1995.

BONATO, P. I. **Aprovechamiento de surimi de pollo en productos tipo nuggets**. Tese de doutorado. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2006.

BORTULUZZI, R. C. **Empanados**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.

BRASIL. Ministério da agricultura e do abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Instrução normativa nº 6 de 15 de fevereiro de 2001. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de empanados**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2001a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de Janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2001b.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.. Secretaria de defesa agropecuária. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Lingüiça e de Salsicha**. Brasília: Ministério da Agricultura, 2000.

BRESSAN, M. C; PEREZ, J. R. O. **Tecnologia de carne e pescado**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2001.

BUDZAKI, S.; SERGUA, B. Moisture loss and fat uptake during deep fat frying of “krostula” dough. **European Food Research and Technology**. 2005.

CARDOSO, A.L.S.P.; C ASTRO, A.G.M.; TESSARI , E.N.C.; BALDASSI , L.; P INHEIRO, E.S. Pesquisa de *Salmonella* spp, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. **Higiene Alimentar**. 2005.

CARVALHO, A. C. F. B.; CORTEZ, A. L. L. *Salmonella* spp. em carcaças, carne mecanicamente separada, lingüiças e cortes comerciais de frango. **Ciência Rural**. 2005

CINTRA, D. E. C.; COSTA, A. G. V.; PELUZIO, M. C. G.; MATTA, S. L. P.; SILVA, M. T. C.; COSTA, N. M. B. Lipid profile of rats fed high-fat diets based on flaxseed, peanut, trout, or chicken skin. **Nutrition**. 2006.

CHIU, M. C.; GIOIELLI, L. A.; GRIMALDI, R. Structured lipids from chicken fat, its stearin and medium chain triacylglycerol blends. I – Fatty acid and triacylglycerol compositions. **Química Nova**. 2008.

COSTA, S. **A saga da avicultura brasileira**: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango. Tradução: Vice Versa tradução escrita e interpretação. Rio de Janeiro: Insight. São Paulo: UBABEF, 2011.

DAWSON, P. L.; SHELDON, B. W.; e BALL. H. R. Jr. Extraction of lipid and pigment components from mechanically deboned chicken meat. **Journal of Food Sciences**. 1988.

DEGENHARDT, J. **Carne mecanicamente separada de frango**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.

_____. Empanamento de produtos cárneos. **Aditivos e Ingredientes**. São Paulo, n. 28, 2003.

DEVATKAL, S.; MENDIRATTA, S. K.; KONDAIAH, N. Quality characteristics of loaves from buffalo meat, liver and vegetables. 67(2): **Meat Science**. 2004.

DILL, D. D.; SILVA, P. A.; LUVIELMO, M. M. Processamento de empanados: sistemas de cobertura. **Estudos Tecnológicos**. 2009.

DUTCOSKI, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 3ª ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2011.

D'AVILA, S. Z. **A vitoriosa trajetória da avicultura**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.

FEDDERN, V.; KUPSKI, L.; CIPOLATTI, E. P.; GIACOBBO, G.; MENDES, G. L.; BADIALE-FURLONG, E.; SOUZA-SOARES, L. A. Physico-chemical composition, fractionated glycerides and fatty acid profile of chicken skin fat. **European Food Research and Technology**. 2010.

FIGUEIREDO, E.; SCHMIDT, G.; AVILA, V.; JAENISCH, F.; PAIVA, D. Recomendações técnicas para a produção, abate, processamento e comercialização de frangos de corte coloniais. **Embrapa Suínos e Aves**. 2007.

FISZMAN, S. M.; SALVADOR, A. Recent developments in coating batters. **Trends in Food Science and Technology**. 2003.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu. 2005.

FREITAS, A.; KWIATKOWSKI, A.; TANAMATI, A.; FUCHS, R. Uso de farinha de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) cv. monalisa em misturas para cobertura de empanados de frango. **Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias**. 2005.

GAMONPILAS, C.; PONGJARUVAT, W.; METHACANON, P.; SEETAPAN, N.; FUONGFUCHAT, A.; KLAIKHERD, A. Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips. **Journal of Food Engineering**. 2013.

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. Editora Atheneu, 2011.

GOUVÊA, J. A. G.; GOUVÊA, A. A. L. Dossiê técnico: carne mecanicamente separada. **Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA**. 2007.

GRYSCHKE, S. F. B.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis* spp.). **Journal of Aquatic Food Product Technology**. 2003.

HAN, J. A.; LEE, M. J.; LIM, S. T. Utilization of oxidized and cross-linked corn starches in wheat flour batter. **Cereal Chemistry**. 2007.

HRYNETS, Y.; OMANA, D. A.; XU, Y.; BETTI, M. Comparative study on the effect of acid- and alkaline-aided extractions on mechanically separated turkey meat (MSTM): chemical characteristics of recovered proteins. **Process Biochemistry**. 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a ed. 1^a edição digital. São Paulo: IMESP, 2008.

JAYATHILAKAN, K.; SULTANA, K.; RADHAKRISHNA, K.; BAWA, A. S. Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. **Journal of Food Science and Technology**. 2012.

JÚNIOR, O. D. R.; GARCÍA, T. C. L. F.; Avaliação da qualidade microbiológica de carnes mecanicamente separadas de origem avícola obtidas por dois processos de produção. **Revista Brasileira de Ciência e Veterinária**. 2007.

KIRSCHNIK, P. G. **Avaliação da estabilidade de produtos obtidos de carne mecanicamente separada de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*)**. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista. Centro de Aquicultura da Unesp. Campus de Jaboticabal. Jaboticabal – SP. 2007.

KOLSARIC, N.; ENSOY, Ü. Surimi technology. **Journal Food Technology**. Vol. 21. p.389–401.1996.

KROKIDA, M. K.; OREOPOULOU, V.; MAROULIS, Z. B. Water loss and oil uptake as a function of frying time. **Journal of Food Engineering**, 44, 2000.

LEMOS, A. L. S. C. **Produtos cárneos reestruturados**. Boletim de conexão industrial do centro de tecnologia de carnes do ITAL. São Paulo, 2004.

LERMEN, F. H.; COELHO, T. M.; FILHO, N. A. Conservação da Laranja na Aplicação de Amido Modificado Hidrofóbico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. 2012.

LOPEZ-HUERTAS, E. Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. **Pharmacological Research**. 2010.

MARENGONI, N. G.; POZZA, M. S. S.; BRAGA, G. C.; LAZZERI, D. B.; CASTILHA, L. D. ; BUENO, G. W. ; PASQUETTI, T. J.; POLESE, C. Caracterização microbiológica, sensorial e centesimal de fishburgers de carne de tilápia mecanicamente separada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. 2009.

MASCHIETO, C. M.; BERAQUET, N. J.; CUNHA, J. A.; HAGUIWARA, M. M. H.; MIYAGUSKU, L. **Propriedades físico-químicas e sensoriais de “surimi” proveniente de cms de frango e o potencial para aplicação em produtos cárneos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos- ITAL. Centro de Tecnologia de Carnes- CTC. São Paulo, 2008.

MAZA, S. R. Caracterización de la pulpa de pescado. In: **Tecnología de procesamiento de productos pesqueros congelados preformados**. Callao: Instituto Tecnológico Pesquero Del Perú. 2001.

MEAD, G. C. Microbiological quality of poultry meat: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**. 2004.

MELLA, R. M.; HERRERA, H.; BELDARRAIN, T; GONZÁLEZ, A. M.; PÉREZ, D.; SANTOS, R.; MARTÍN, M. **Carne recuperada mecánicamente de los huesos de aves, cerdos y reses**. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Dirección de Carne e Irradiación. 2004.

MELLEMA, M. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. **Trends in Food Science and Technology**. 2003.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; ANDRIGHETTO, C.; PELICIA, K. Carne de aves separada mecanicamente. **Revista Electrónica de Veterinaria REDVET**. 2006.

MOTTRAM, H. R.; CROSSMAN, Z. M.; EVERSLED, R. P. Regiospecific characterisation of the triacylglycerols in animal fats using high performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. **Analyst**. 2001.

MOUNTNEY, G. J.; PARKHURST, C. R. **Tecnología de productos avícolas**. Zaragoza-Espanha: Acribia S.A. 2001.

NEIVA, C. R. P. **Aplicação da tecnologia de carne mecanicamente separada- CMS na indústria de pescado**. In: Simpósio de Controle do Pescado-SIMCOPE. Instituto de Pesca. São Vicente. 2006.

NGADI, M.; DIRANI, K.; OLUKA, S. Mass Transfer Characteristics of Chicken Nuggets. **International Journal of Food Engineering**. 2006.

NGADI, M. O.; WATTS, K. C.; CORREIA, L. R. Finite element method modeling of moisture transfer in chicken drum during deep-fat frying. **Journal of Food Engineering**. 1997.

NUNES, N. C.; CASTRO, G. M. A. **O agronegócio do frango: um estudo sobre os consumidores de carne de frango no triângulo mineiro**. In: Congresso Virtual Brasileiro de Administração-CONVIBRA, 2007. Disponível em: <www.convibra.com.br_2007_frontend_default>. Acesso em: 17 nov. 2011.

NUNES, T. P., TRINDADE, M. A., ORTEGA, E. M. M. e CASTILLO, C. J. Aceitação sensorial de reestruturados empanados elaborados com filé de peito de galinhas matrizes de corte e poedeiras comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2006.

NUNES, P. T. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica da carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado de filés de peito de galinhas de descarte**. Dissertação de Mestrado. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP, 2003.

OCKERMAN, H. W.; HANSEN, C. L. **Industrialización de subproductos de origen animal**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1994.

OLIVO, R. **Atualidades na qualidade da carne de aves**. In: OLIVO, R.; OLIVO, N. O mundo das carnes: ciência, tecnologia e mercado. 3 ed. Criciúma: Editora Varela. 2006a.

OLIVO, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006b.

OLIVO, R. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. **Globalfood- Advanced food technology**. 2005.

OLIVO, N.; RABELO, R. A. **Cortes e rendimentos**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.

ORDÓÑEZ , J. A. **Tecnología de Alimentos: alimentos de origem animal**. vol. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAZ, I. C. L. A. **Perda de peso por cozimento e força de cisalhamento**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Nutrição e Produção Animal. Botucatu- São Paulo. Disponível em: <www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/.../Roca327.pdf>. Acesso: 20 jul. 2014.

PERLO, F. Optimización de la etapa de lavado de carne de ave mecánicamente Recuperada. **Ciencia, Docencia y Tecnología**. 2005.

PINHEIRO, M. V. S.; PENNA, A. L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 175-186, 2004.

PRIMO-MARTÍN, C.; SANZ, T.; STERLING, D. W.; SALVADOR, A.; FIZMAN, S. M.; VAN VLIET, T. Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered snacks: oil barrier and crispy properties. **Food Hydrocolloids**. 2010.

PSZCZOLA, D. E. New batters and breadings. **Food Technology**. 2006.

ROSA, C. S. **Estudo das propriedades funcionais do colágeno obtido da pele de frango**. Dissertação de Mestrado. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: UFSM, 2000.

REINECCIUS , G. A. Carbohydrates for flavor encapsulation. **Food Technology**. 1991.

RIBEIRO, D. F. **Integração**. In: OLIVO, R. O mundo do frango: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma, SC: Editora do Autor, 2006.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 2007.

ROQUE, F. V. **Aproveitamento de Resíduos de Carne de Frango**: Uma Análise Exploratória. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 1996.

ROQUE, F. V.; SELL, I. **Alternativas de utilização de resíduos gerados em frigoríficos de aves**. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, 2008.

ROSS-MURPHY. Globular protein gelation theory and experiment. **Food Hydrocolloids**. 2001.

SCHENEIDER, J. P. **Carne DFD em frangos**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

SHEU, K. S., CHEN, T. C., Yield and quality characteristics edible broiler skin fat as obtained from five rendering methods. **Journal of Food Engineering**. 2002.

SILVA, F. A. S. **Assistat versão 7.7 beta**. DEACG-CTRN-UFCG, Campina Grande – PB, Brasil. Disponível em: <www.assistat.com >. Acesso em: 01 de mai. 2014.

SILVA, J. A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

SILVA, J. C. K. **Melhoramento nutricional de nuggets de frango tradicionais através da aplicação de filmes de amido**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí. Rio do sul- Santa Catarina. 2007.

SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006.

SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. **Colesterol da mesa ao corpo**. São Paulo: Varela, 2006.

TAHA, P. **Estudo de viabilidade técnico-econômica da produção de surimi**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1996.

TONETTO, C. J. et al. Rendimentos de cortes da carcaça, características da carne e componentes do peso vivo em cordeiros terminados em três sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2004.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual 2013. **Brazilian Chicken**. São Paulo, SP. 2013.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods: A review. **Food Hydrocolloids**. 2011.

VEGA, W. R. C. **Avaliação e caracterização de surimi processado a partir de carne mecanicamente separada de frango**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos. Fundação Universidade Federal de Rio Grande. Departamento de Química. Rio Grande-RS. 2008.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. Características da carne de frango. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Pró-Reitoria de Extensão. Programa Institucional de Extensão. **Boletim Técnico**. 2007.

VIANA, A. G. Sistemas de empanamento. **Aditivos e Ingredientes**. São Paulo. 2005.

VICTORINO, L. C. S. **Efeito da adição de fibras sobre as propriedades tecnológicas de emulsões com altos teores de carne de frango mecanicamente separada.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos. Campinas, 2008.

VIEIRA, C. R. N.; TEIXEIRA, C. G. Condições higiênico-sanitárias de carcaças resfriadas de frango comercializadas em Poços de Caldas-MG. **Higiene Alimentar.** 1997.

YANG, T.S.; FRONING, G.W. Changes in miofibrillar protein and collagen content off mechanically deboned chicken meat due to washing and screening. **Poultry Science.** 1992.

ZIAIIFAR, A.M.; ACHIR, N.; COURTOIS, F.; TREZZANI, I.; TRYSTRAM, G. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. **International Journal of Food Science and Technology.** 2008.

ANEXOS

Anexo A- Ficha sensorial com teste de diferença

DIFERENÇA DO CONTROLE

Nome: _____ Data: _____ Sexo: () M () F

Você está recebendo uma amostra padrão (P) e quatro amostras codificadas de *nuggets* de frango. Por favor, prove a amostra padrão (P) e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas e avalie, na escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere em relação a odor, aparência, sabor, textura, e de um modo global da amostra padrão.

	AMOSTRA	APARÊNCIA	GRAU DE DIFERENÇA			
			ODOR	SABOR	TEXTURA	GLOBAL
1 nenhuma diferença do padrão	_____	_____				
2 ligeiramente diferente do padrão	_____	_____				
3 moderadamente diferente do padrão	_____	_____				
4 diferente do padrão	_____	_____				
5 extremamente diferente do padrão	_____	_____				

Comentários: _____

