

URI - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COXAS E SOBRECoxAS DE FRANGO
DESOSSADAS ESTOCADAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO

JULIANA SAVIO

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS – BRASIL

OUTUBRO DE 2010

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COXAS E SOBRECoxAS DE FRANGO
DESOSSADAS ESTOCADAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE
ARMAZENAMENTO**

JULIANA SAVIO

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof. Eunice Valduga, Dra. Sc.

Orientador

Prof. Geciane Toniazzo, Dra. Sc.

Orientador

Prof. Neusa Fernandes de Moura, Dra. Sc.

FURG

Prof. Rogério Luis Cansian, D. Sc.

URI- Campus de Erechim

Erechim, 05 de outubro de 2010.

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

Dedico este trabalho às pessoas muito importantes da minha vida:

*Aos meus pais Miguel e Amélia, pelo amor, carinho,
estímulo e dedicação.*

*Ao Murilo, pelo amor, ajuda, companheirismo,
compreensão, cooperação e paciência.*

*Ao meu irmão Luciano, pelo amor
e compreensão.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela graça de poder compartilhar da companhia de pessoas tão especiais, por possibilitar mais esse avanço na minha formação profissional, e permitir que eu descubra e supere meus limites.

As professoras Eunice Valduga e Geciane Toniazco, por quem tenho grande admiração e respeito.

Aos membros da banca pela compreensão e colaboração através das correções, sugestões e comentários.

A AURORA ALIMENTOS, pela cooperação e incentivo à minha atualização profissional de forma concomitante ao meu trabalho, especialmente as unidades que cederam e armazenaram o produto para a realização do mesmo.

A equipe do departamento de P&D da Aurora Alimentos, especialmente as pessoas interligadas ao laboratório de análise sensorial e os degustadores pela ajuda nas análises.

A equipe do laboratório de análises físico-químicas da Aurora Alimentos, pela ajuda nas análises.

A estagiária Camila, pela ajuda nas análises realizadas.

A todas as pessoas que colaboraram, de alguma forma, na realização deste projeto.

***“Apenas quando somos instruídos
pela realidade é que podemos mudá-la”.***

(Bertolt Brecht)

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COXAS E SOBRECoxAS DE FRANGO DESOSSADAS ESTOCADAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Juliana Savio

Outubro/2010

Orientadoras: Eunice Valduga e Geciane Toniazzo

O objetivo desse trabalho foi avaliar os atributos de qualidade sensorial, físico-químicas e microbiológica de coxa e sobrecoxa de frango desossadas e armazenadas em diferentes condições (4, -6, -12 e -18°C). Realizou-se periodicamente um estudo sensorial avaliando o produto in natura e assado, e paralelamente, determinou-se o perfil de oxidação protéica, oxidação lipídica, de pH e acidez e comportamento microbiológico através da contagem de psicotróficos (UFC/g). O binômio temperatura-tempo influenciou na estabilidade sensorial, lipídica, protéica e microbiológica de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas. A análise sensorial das amostras de in natura armazenadas a 4°C apresentam diferença significativa ($p < 0,05$), perante as amostras assadas. Constatou-se que as amostras armazenadas a -6 e -12 °C, submetidas a cocção foram detectadas alterações nas características sensoriais a partir do 8° e 9° mês de armazenamento, respectivamente. No entanto, as amostras a -18°C, não foi verificado alteração durante 12 meses de armazenamento. A oxidação lipídica apresentou comportamento semelhante para as amostras armazenadas a 4°C no 8° dia, quando comparada as acondicionadas -6 e - 12°C no 10° mês, com valores de TBARS na faixa de 0,517 a 0,674 mg de malonaldeído/kg. As amostras armazenadas a -18°C no 10°mês, os valores de TBARS foram inferiores (0,298 mg de malonaldeído/kg) e não sendo detectadas alterações nas características organolépticas das amostras assadas pela equipe de provadores. Em relação a oxidação protéica,

somente as amostras armazenadas a -18°C não diferiram em relação ao padrão (0 dia), com valores de 6,03 nmol de carbonil por mg de proteína e a maior oxidação foi verificadas -6°C (23,23 nmol de carbonil/mg de proteína), ambas armazenadas por 12 meses. Em relação avaliação microbiológica das amostras resfriadas, pode-se observar que houve um crescimento acentuado de psicrotróficos, indicando que o processo de resfriamento a 4°C não se mostra eficiente para o controle deste tipo de micro-organismo. Já em relação as amostras congeladas, para a temperatura de -6°C , após um longo período de acondicionamento (12 meses) houve uma elevação de número de psicrotróficos (6,9 Log UFC/g), fato que não foi observado nas amostras armazenadas a -12 e -18°C .

Palavras chaves: frango, refrigeração, congelamento, estabilidade.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	- 1 -
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	- 3 -
2.1. ASPECTOS DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA CARNE DE FRANGO	- 3 -
2.2. PROCESSAMENTO DA CARNE DE FRANGO	- 6 -
2.2.1 Coxa e sobrecoxa desossada	- 8 -
2.3. INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NOS PRODUTOS ESTOCADOS.....	- 9 -
2.4. ALTERAÇÕES NA CARNE DE FRANGO REFRIGERADA E/OU CONGELADA.....	- 9 -
2.4.1. Oxidação Lipídica.....	- 10 -
2.4.2. Oxidação protéica	- 13 -
2.4.3. Micro-organismos patogênicos e deteriorantes.....	- 14 -
3. MATERIAL E MÉTODOS	- 18 -
3.1 PREPARO DAS AMOSTRAS	- 18 -
3.2 - DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS	- 19 -
3.2.1 - Oxidação lipídica - Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS).....	- 19 -
3.2.2 - Oxidação das Proteínas.....	- 20 -
3.2.3 – pH.....	- 20 -
3.2.4 - Acidez total	- 20 -
3.2.5 – Atividade de Água	- 21 -
3.3 - ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	- 21 -
3.3.1 - Contagem Total de Micro-organismos Psicrotróficos.....	- 21 -
3.4 - AVALIAÇÃO SENSORIAL	- 21 -
3.5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA	- 24 -
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	- 25 -
4.1 ASPECTOS FÍSICO-QUÍMICOS	- 25 -
4.1.1 Acidez e pH.....	- 25 -
4.1.2 Estabilidade lipídica e protéica	- 27 -
4.2 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS	- 33 -
4.3 AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA: CONTAGEM DE PSICROTRÓFICOS.....	- 39 -

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	- 43 -
5.1 CONCLUSÕES.....	- 43 -
5.2. SUGESTÕES.....	- 44 -
6. REFERÊNCIAS.....	- 45 -

Lista de Tabelas

Tabela 01: Exportação de carne de frango em mil toneladas.....	- 6 -
Tabela 02: Condições de armazenamento das amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango.....	- 18 -
Tabela 03: Acidez total e pH de amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango armazenadas a 4°C.....	- 25 -
Tabela 04: Acidez Total de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C.....	- 27 -
Tabela 05: Oxidação lipídica - TBARS de coxas e sobrecoxas de frango desossadas resfriadas a 4°C durante 8 dias de armazenamento.....	- 28 -
Tabela 06: Oxidação lipídica - TBARS de coxas e sobrecoxas de frango desossadas congeladas a -6, -12 e -18°C por um período de 12 meses de armazenamento.....	- 30 -
Tabela 07: Oxidação de proteínas das amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C.....	- 33 -
Tabela 08: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango em diferentes períodos de armazenamento a 4°C.....	- 34 -
Tabela 09: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango in natura, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C.....	- 36 -
Tabela 10: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango assadas, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C.....	- 37 -

Lista de Figuras

Figura 01: Evolução da produção brasileira de carne de frango	- 4 -
Figura 02: Evolução de consumo de carnes no Brasil	- 5 -
Figura 03: Itens originados de um frango abatido	- 7 -
Figura 04: Perna inteira de frango.....	- 8 -
Figura 05: Aspecto visual das coxas e sobrecoxas de frango desossadas (a), Kakugiri – coxa e sobrecoxa desossada cortada em cubos (b), respectivamente.....	- 8 -
Figura 06: Coxas e sobrecoxas de frango desossadas e embaladas a vácuo... -	18 -
Figura 07: Aspecto visual da distribuição das amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango assado para avaliação sensorial do sabor e odor. ... -	22 -
Figura 08: Amostra in natura, sendo apresentada para o provador, em recipientes plásticos codificados.	- 22 -
Figura 09: Exemplo de ficha de avaliação sensorial, aplicado ao teste de diferença de controle.....	- 23 -
Figura 12: Crescimento de psicrotróficos em amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas, armazenadas a 4°C durante 8 dias.....	- 39 -
Figura 13: Crescimento de psicrotróficos em amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas, armazenadas a -6, -12 e -18°C durante 12 meses. -	41 -

NOMENCLATURA

ABEF: Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frango.

FAO: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.

UBA: União Brasileira de Avicultura.

AGMI: ácidos graxos monoinsaturados.

TBARS: Ácido Tiobarbitúrico.

TEP: tetraetoxipropano.

TCA: tricloroacético.

EDTA: ácido etilenodiaminotetracético.

DNPH: 2,4-dinitrofenilhidrazine.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

Aw: Atividade de água.

PCA: Plate Count Agar.

PPHO: Procedimentos Padrão de Higiene Operacional.

APPCC: Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle.

MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do governo brasileiro.

BHT: Butil-hidroxi-tolueno.

PSE: Pale, Soft And Exudative.

MDA: Malonaldeído.

CMS: Carne Mecanicamente Separada.

1. INTRODUÇÃO

A carne de frango é um dos alimentos mais consumidos mundialmente segundo a Associação Brasileira de Exportadores de Frangos (ABEF, 2010), totalizando aproximadamente 60 milhões de toneladas no ano de 2007. Vários fatores favorecem o consumo da carne de frango, pois além de ser um alimento de alto valor nutritivo, é economicamente acessível, apresenta melhor digestibilidade, menor valor calórico e níveis de colesterol, quando comparadas com as carnes bovinas, sendo recomendada para recuperação de funções fisiológicas de indivíduos imunocomprometidos. Porém, devido à excelente capacidade nutritiva, é um alimento altamente perecível (LEITE & FRANCO, 2007).

O Brasil é considerado um grande consumidor de carne de frango, sendo que em 2010 o consumo de frango per capita dos brasileiros alcançou aproximadamente 38,1 kg, contra 37,6 kg da carne bovina (VIACAVA, 2010). Estima-se que nos próximos anos o aumento da demanda será impulsionado principalmente pela migração da população rural para os centros urbanos, que vai alterar também o padrão de consumo. Segundo projeções do Fundo das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) indicam que a população rural passará dos atuais 50 % dos habitantes do planeta para 40 % em 2030 (CANAL RURAL, 2010).

O segmento de processamento está se desenvolvendo rapidamente com a integração de equipamentos automatizados, avanços na ciência de alimentos, engenharia e marketing. A indústria tem, no entanto, muitos desafios, e o caminho será lidar com eles para determinar a eficiência e competitividade da indústria de aves comparada com outras carnes e com fontes protéicas não-cárneas (BARBUT, 2002). É necessário, que se mantenha a estabilidade de características da qualidade da carne de frango durante sua distribuição, estocagem e comercialização. Neste sentido, os controles da higiene e da temperatura do produto são, obviamente, fatores muito importantes (JAYAS & JEYAMKONDAN, 2002), pois evita ou diminui o aumento da quantidade de micro-organismos presentes no mesmo. Com a necessidade de oferecer cada vez mais produtos com maior valor agregado

para o consumidor final, as tecnologias de armazenamento que aumentam a vida de prateleira dos produtos ganharam considerável importância. Sendo assim, a necessidade de armazenagem de produtos derivados de frango (coxa e sobrecoxa) para posterior entrega ao seu destino final, faz com que o conhecimento das possíveis modificações físico-químicas e microbiológicas destes produtos sejam dominadas. Com base nestes aspectos, surgiu a proposta deste trabalho que teve por objetivo avaliar a influência de diferentes temperaturas de armazenamento (resfriada: 4°C e congeladas: -6, -12 e -18°C), sobre a estabilidade sensorial, oxidativa (lipídios e protéica) e microbiológica de coxa e sobrecoxa de frango, durante o armazenamento de aproximadamente 12 meses.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será apresentada uma revisão bibliográfica sobre aspectos de produção e comercialização da carne de frango, processamento da carne de frango e também as influências que as condições de temperatura de armazenagem podem refletir nos produtos estocados, bem como as alterações em produtos armazenados sob condição resfriada e congelada.

2.1. Aspectos de produção e comercialização da carne de frango

Segundo projeções, a produção global de carne de aves em 2015 poderá totalizar 103,2 milhões de toneladas. Países como Estados Unidos, China e Brasil serão responsáveis por quase 50 % da produção mundial. O informe prevê que a produção brasileira cresça 30,7 % entre 2006 e 2015 (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2006).

O continente sul-americano, por ser grande produtor de grãos para rações e pelos avanços tecnológicos alcançados, tanto na área genética como na industrial, ganha importância cada vez maior, seja na produção, no consumo e nas exportações de carne de frango. Em 2007, a avicultura brasileira produziu mais de 9,3 milhões de toneladas de carne de frango. A Região Sul do País lidera a criação de matrizes, sendo que o Paraná apresenta o maior percentual, seguido de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (UBA, 2007).

O setor avícola é extremamente dependente das exportações, que hoje correspondem a 30 % da produção nacional, com a venda de carne de frango para 142 países. O notável volume das exportações não retira do mercado interno a condição de maior consumidor da produção brasileira. Deve-se observar que o consumo de carne de frango em 2006 registrou aumento de 4,2 % em relação a 2005, alcançando 36,97 kg per capita (UBA, 2007).

A carne de aves é consumida em todo o mundo e, nas últimas décadas, houve crescimento na popularidade em muitos países. No momento aproximadamente 30 % da carne total consumida no mundo é avícola, nesses termos, só carne suína a excede (FAO, 2006). Entre as razões para este

aumento do consumo estão o relativamente baixo custo de produção, o rápido índice de crescimento das aves, o alto valor nutricional da carne, e a introdução de muitos novos produtos processados. Sobre tudo, a indústria de aves tem mudado drasticamente nos últimos 50 anos. Uma das principais razões do incremento das exportações do Brasil é o grande aumento na produção de milho e soja para rações, resultando assim num baixo custo de produção. No Brasil há baixo custo de alimentação e baixo custo de mão-de-obra e isto, obviamente, dá a este país uma vantagem sobre outros países, fazendo dele um dos mais atuantes no mercado exportador de aves (BARBUT, 2002; FAO, 2006).

A produção brasileira de carne de frango apresentou, nas últimas décadas, um aumento expressivo no seu valor. A evolução da produção brasileira de carne de frango entre 1987 e 2007 está demonstrada pela Figura 01.

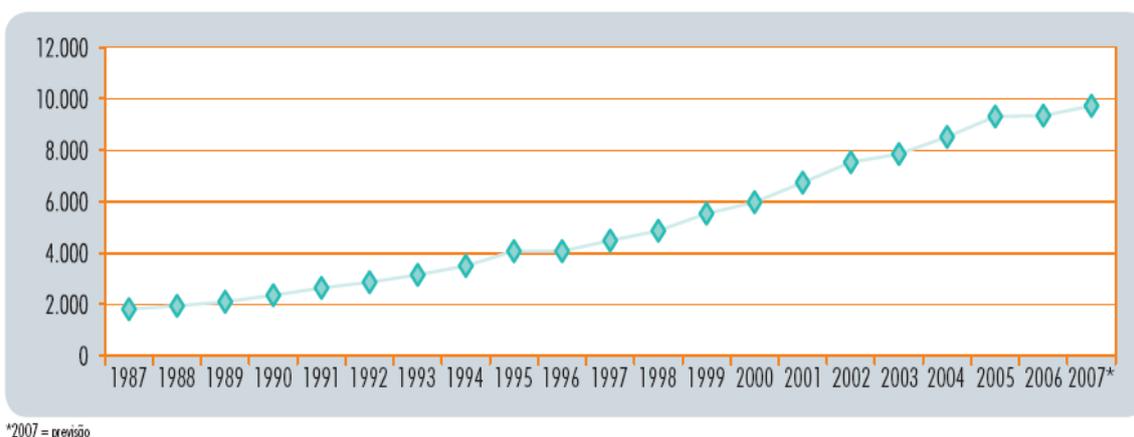


Figura 01: Evolução da produção brasileira de carne de frango (UBA, 2007).

De acordo com a Figura 01, que o crescimento da produção brasileira de carne de frangos aumentou, desde a 1990 até 2007, 5 vezes o seu volume, inflacionado pela demanda deste tipo de produto.

Analisando a Figura 02, verifica-se que o consumo da carne de frango teve um crescimento significativo, estando intimamente ligado a mudanças no hábito alimentar do brasileiro, acostumado a comer carne bovina, sendo uma grande conquista do setor avícola. Outro fator de grande relevância foi à queda

do custo da carne de frango, mais barata em relação às demais carnes (MÓRI et al., 2006).

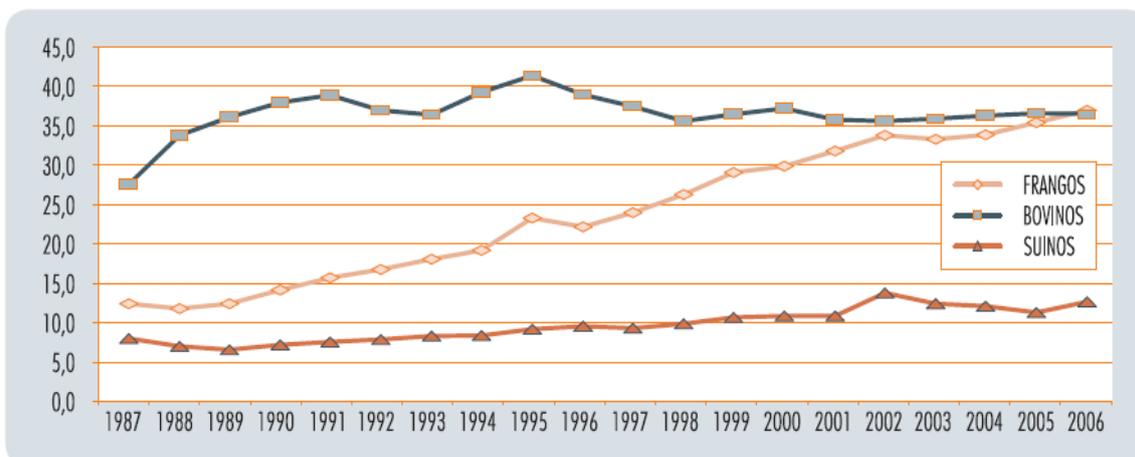


Figura 02: Evolução de consumo de carnes no Brasil (UBA, 2007).

Em 2007, o Brasil ocupava o 3º lugar dentre os países produtores de frango, apenas perdendo para os Estados Unidos e para a China e em 1º lugar dentre os exportadores. Na Tabela 01 estão apresentados os valores de exportação de frango pelo Brasil, na qual verifica-se a ascensão da exportação da carne de frango realizada pelo Brasil. Dentre o período de 2006 a 2009, esse crescimento teve um aumento de aproximadamente 30 %, apresentando um grande crescimento em um curto período de tempo.

Tabela 01: Exportação de carne de frango em mil toneladas.

Ano/mês	2006	2007	2008	2009
Janeiro	213,7	209,2	274,9	274,8
Fevereiro	198,8	232,4	292,5	263,2
Março	225,5	303,6	313,2	306,5
Abril	211,5	264,0	270,0	329,9
Maio	196,4	275,2	361,4	303,8
Junho	194,8	259,3	330,1	329,0
Julho	185,7	284,0	339,4	317,2
Agosto	299,1	304,7	322,7	301,2
Setembro	209,5	242,1	323,9	289,9
Outubro	255,8	313,4	315,6	335,4
Novembro	283,8	298,9	235,1	268,6
Dezembro	237,8	299,9	266,6	314,7
Total	2.712,9	3.286,8	3.645,5	3.634,2

Fonte: Avisite (2010).

2.2. Processamento da carne de frango

O processamento das aves é realizado basicamente para que ocorra a transformação do animal em um produto comestível, eliminando componentes não desejados tais como: sangue, penas, vísceras, patas, cabeça e ainda evitar contaminação bacteriana. A qualidade final do produto depende não somente da condição em que estava a ave ao chegar ao local para ser processada, mas também como a ave é manipulada durante a operação. Lesões, ossos quebrados, partes ausentes, alta quantidade de carcaças reprocessadas podem ocasionar perdas econômicas significativas (SARCINELLI et al., 2007).

Após o frango ser acompanhado durante seu desenvolvimento em granjas, este é encaminhado para ser abatido sob as condições de abate humanitário descrito na legislação nacional.

Após o abate e as etapas iniciais do processamento do frango, este pode ser embalado inteiro ou espostejado (cortado em partes) para posterior

acondicionamento, embalagem e resfriamento e/ou congelamento, estando pronto para expedição. Na Figura 03 está apresentado o frango inteiro e suas partes comercializáveis.

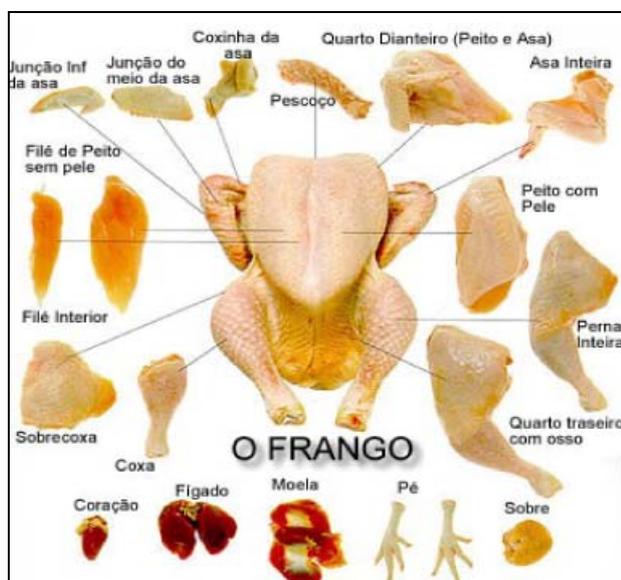


Figura 03: Itens originados de um frango abatido (UBA FRANGOS, 2010).

No Brasil o frango é classificado em frango inteiro e frango carcaça. O frango inteiro é aquele que contém fígado, moela, pés, cabeça e pescoço, pesando em média 2,5 kg e a carcaça tem peso inferior a 2 kg e é vendida sem miúdos. A carne de frango permite alguns cortes descritos a seguir (SARCINELLI et al., 2007):

- *Asas:* no Brasil é comercializada inteira, ou em partes, tais como, coxinhas da asa e meio das asas;
- *Peito:* é o corte mais nobre do frango por possuir aspecto agradável, cor atraente e ser bastante utilizado na culinária requintada e em pratos de uma alimentação saudável. No Brasil, é comercializado inteiro, com osso e com pele, e também em forma de filé;
- *Coxas com sobrecoxas:* o corte é feito manualmente e no Brasil, são comercializados inteiros (Figura 02) ou em cortes (Figura 03), resultando em coxas e sobrecoxas separadamente.
- *Outras partes e miúdos:* o frango oferece outras partes apreciadas pelo consumidor ou que apresentam importância para a fabricação dos produtos industrializados. Os miúdos de frango são muito apreciados pelos brasileiros, que consomem, preferencialmente, o coração.

2.2.1 Coxa e sobrecoxa desossada

Dentre dos itens comercializáveis de um frango abatido, tem-se a perna inteira a qual é constituída de coxa e sobrecoxa, conforme demonstra a Figura 04.



Figura 04: Perna inteira de frango (TRAMONTO ALIMENTOS, 2010).

A desossa da perna inteira de frango resulta em produto exportado pelo Brasil, a coxa e sobrecoxa de frango desossada. Esse produto é comercializado inteiro, como mostrado na Figura 05 (a), geralmente comercializado congelado, porém também pode ser comercializado resfriado; ou então como matéria-prima para outros produtos, tais como o kakugiri (comercializados, por exemplo, para o Japão e a Ásia), apresentado na Figura 05 (b), produzido a partir da coxa e sobrecoxa de frango desossada cortada em cubos.

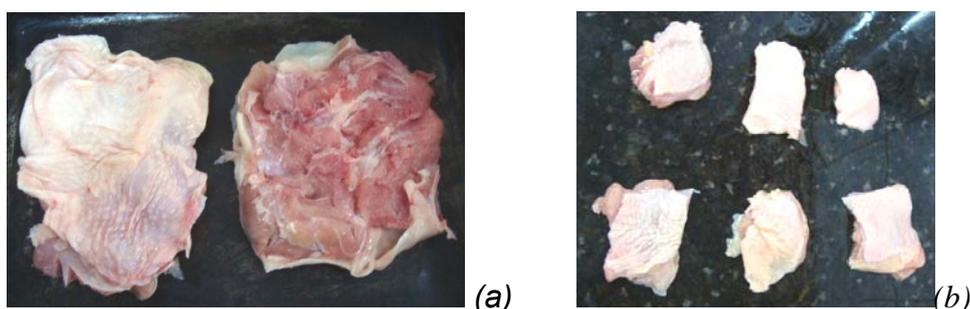


Figura 05: Aspecto visual das coxas e sobrecoxas de frango desossadas (a), Kakugiri – coxa e sobrecoxa desossada cortada em cubos (b), respectivamente.

2.3. Influência da temperatura de armazenamento nos produtos estocados

A indústria de carnes se preocupa muito com os consumidores, por isso qualquer aspecto que possa causar desconfiança ou rejeição do produto é de interesse da indústria (SOUZA et al., 2009).

As carnes bovinas e de aves são de grande importância na alimentação, justamente por serem alimentos fonte de proteínas de alto valor biológico e lipídios. Processos de conservação através de refrigeração e congelamento, bem como processamento térmico, podem alterar fisicamente as carnes (ANDRADE et al., 2004).

A temperatura de armazenamento dos alimentos é um dos fatores determinantes na qualidade dos produtos expostos à venda. Os alimentos armazenados em temperaturas inadequadas poderão ter suas características organolépticas e microbiológicas afetadas, podendo, desta forma, afetar a saúde dos consumidores. Esses alimentos poderão apresentar redução da vida útil de prateleira acarretando, com isso, também perdas econômicas (MÜRMAN, 2003).

A qualidade físico-química e, conseqüentemente higiênico-sanitária, de produtos cárneos depende de medidas que devem ser obedecidas desde o período pré-abate até o momento do consumo. A distribuição e a comercialização destes produtos merecem especial atenção, já que é nestes processos que se garante a manutenção da qualidade imposta nos processos anteriores e são estas as etapas mais suscetíveis a erros (CONCEIÇÃO & GONÇALVES, 2009).

2.4. Alterações na carne de frango refrigerada e/ou congelada

A carne, devido à sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de microorganismos e alterações de ordem bioquímicas, principalmente a oxidação de lipídica e protéica, os quais influenciam diretamente nas características sensoriais do produto.

2.4.1. Oxidação Lipídica

Os lipídios desempenham um importante papel no que respeita à qualidade de certos produtos alimentares, particularmente em relação às propriedades organolépticas que os tornam desejáveis (flavor, cor, textura). Por outro lado, conferem valor nutritivo aos alimentos, constituindo uma fonte de energia metabólica, de ácidos graxos essenciais (ácidos linoleico, linolênico e araquidónico) e de vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K (CASTERA-ROSSIGNOL & BOSQUE, 1994).

A peroxidação lipídica constitui a principal causa de deterioração dos corpos graxos (lipídios e matérias graxas). Afastados do seu contexto de proteção natural, os corpos graxos sofrem, no decurso de processos de transformação e armazenamento, alterações do tipo oxidativo, as quais tem como principal conseqüência a modificação do flavor original e o aparecimento de odores e gostos característicos do ranço, o qual representa para o consumidor, ou para o transformador industrial, uma importante causa de depreciação ou rejeição (CASTERA-ROSSIGNOL & BOSQUE, 1994).

A oxidação lipídica está na origem do desenvolvimento do ranço, da produção de compostos responsáveis por off flavors e off odors, da reversão e da ocorrência de um elevado número de reações de polimerização e de cisão. Este tipo de reações não só diminui o tempo de vida e o valor nutritivo dos produtos alimentares, como podem gerar compostos nocivos (SHERWIN, 1978; FRANKEL, 1993).

O estudo da oxidação lipídica tem sido identificado como um campo da investigação científica consolidada (ADDIS, 1986). As reações químicas envolvidas e os produtos formados são complexos. Os lipídios insaturados, em conseqüência da oxidação, tornam-se rançosos. Esta rancidez é uma das maiores causas de deterioração no armazenamento de carnes (GRAY, 1978).

Os efeitos dos produtos de oxidação lipídica presentes na dieta mostram ser maléficos à saúde do consumidor, embora necessitem de mais estudos (ADDIS et al., 1983; PEARSON et al., 1983).

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

formado em alimentos. Há estudos sugerindo que o malonaldeído seja cancerígeno (SHAMBERGER et al., 1974) e mutagênico (MUKAI & GOLDSTEIN, 1976).

A maior parte dos produtos de oxidação lipídica, como o malonaldeído e óxidos de colesterol têm chamado a atenção da comunidade científica devido à sua provável relação com a formação de câncer (PEARSON et al., 1983; ADDIS, 1986).

Segundo PEARSON et al. (1983), a oxidação lipídica é normalmente associada às carnes que são cozidas ou cujas membranas sofreram um processo de desintegração, como no caso de moagem. Os lipídios ligados às membranas são constituídos, na maioria das vezes, de fosfolipídios altamente insaturados, que são especialmente susceptíveis à oxidação lipídica. Aquecer, moer ou emulsificar expõe esses fosfolipídios lábeis não apenas ao oxigênio, mas também a outros componentes catalíticos como enzimas, pigmentos heme e íons metálicos (TORRES et al., 1998).

A carne de frango é um alimento altamente suscetível à oxidação lipídica em função do alto teor de ácidos graxos insaturados na sua composição. A formação de óxidos de colesterol e as alterações na composição de ácidos graxos, e a conseqüente formação de compostos voláteis provenientes da oxidação lipídica, possuem um papel de destaque dentre os fatores que causam perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento da carne de frango (MARIUTTI, 2009).

A gordura de frango contém cerca de 60 % de ácidos graxos insaturados, sendo, portanto, altamente insaturada quando comparada ao sebo bovino. Entre os ácidos graxos insaturados, os monoinsaturados, tais como o ácido oléico, são considerados desejáveis no que tange à redução do risco de enfermidades cardiovasculares, pois reduzem os níveis de colesterol sanguíneo em indivíduos não-hipertrigliceridêmicos. Devido à importância desses ácidos graxos na dieta, tem sido recomendado que sua ingestão seja correspondente à metade do total de calorias obtidas a partir das gorduras totais (CHIU et al., 2008).

As características de qualidade de óleos e gorduras ou materiais que as contém, sempre estão relacionadas com o fenômeno da rancidez, que é

sem dúvida nenhuma o fenômeno deteriorante mais importante neste tipo de produto (MORETTO, 1998).

As alterações que ocorrem nos compostos lipídicos normalmente resultam no desenvolvimento de odores e sabores indesejáveis que levam à rejeição do alimento, reduzindo seu tempo de comercialização. Depois da deterioração microbiana, a oxidação que leva à instalação do ranço é a segunda causa mais importante da deterioração de alimentos (OETTERER, 2006).

Ao contrário de proteínas e carboidratos, óleos e gorduras possuem apenas alguns pontos reativos na molécula. Com isso, as reações que ocorrem durante o processamento e o armazenamento do alimento são menos variadas que no caso dos componentes hidrossolúveis (OETTERER, 2006).

A rancidez é o tipo de deterioração em óleos e gorduras organolepticamente detectável, existem dois tipos de rancidez, a hidrolítica e a oxidativa. Como consequências tem-se deterioração do sabor e odor e aparecimento do ranço, depreciação do produto (perda do valor comercial) e redução do valor nutritivo (oxidação das proteínas pelos peróxidos, alterando suas texturas e funcionalidade), modificação das vitaminas com perda da cor e valor nutricional (MORETTO, 1998).

A auto-oxidação dos lipídeos em alimentos é auto-catalítica e as reações se processam a velocidades aceleradas à medida que a oxidação prossegue. A velocidade de oxidação do alimento ou da substância graxa é afetada pela composição em ácidos graxos, pelo grau de insaturação, pela presença e atividade de pró e antioxidantes, pela pressão parcial de oxigênio, pela natureza da superfície exposta ao oxigênio, pelas condições de armazenagem, como temperatura, luz e umidade, e pelo aporte energético em geral (BELITZ & GROSCH, 1992; OETTERER, 2006).

A rancidez oxidativa é a principal responsável pela deterioração de alimentos ricos em lipídeos, porque resulta em alterações indesejáveis de cor, sabor, aroma e consistência do alimento (RIBEIRO, 2007). A acidez livre de uma gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídios, por isso não é uma constante ou característica, mas é uma variável intimamente relacionada com a natureza e a qualidade da matéria-prima, com a qualidade e o grau de pureza

da gordura, com o processamento e principalmente, com as condições de conservação da gordura (MORETTO, 1998).

A oxidação lipídica envolve uma série extremamente complexa de reações químicas, que ocorre entre o oxigênio atmosférico e os ácidos graxos insaturados dos lipídeos. Essa reação ocorre em três estágios: iniciação, propagação e terminação (RIBEIRO, 2007).

Várias determinações analíticas são realizadas para avaliar o estado de oxidação (rancidez) de uma gordura, sendo que uma das mais usadas é a determinação do índice de TBA, que se baseia na reação do ácido tiobarbitúrico (TBA) com o malonaldeído, produto da fase de terminação (RIBEIRO, 2007).

2.4.2. Oxidação protéica

Durante o metabolismo celular aeróbico, normalmente são produzidas uma série de substâncias eletricamente instáveis, potencialmente reativas com moléculas biológicas capazes de causar oxidação e dano irreversível à célula. Estas substâncias são denominadas radicais livres ou espécies reativas de oxigênio (AUBOURG, 1999).

A oxidação de proteínas decorre da ação dos radicais livres sobre os grupos tióis, causando também agregação e fragmentação de aminoácidos. A cisão do anel desoxyribose dos ácidos nucleicos, pelos radicais livres, promove mutações e inibição da síntese protéica (OLIVEIRA, 1999).

Também nas reações de oxidação de lipídios os radicais do peróxil (ROO) formados podem abstrair átomos de hidrogênio de moléculas da proteína (P-H). Conseqüentemente, são formados os radicais de proteína (P), e eles podem por sua vez criar uma rede de proteína (P-P) devido à ligação cruzada. Postula-se também que o processo de oxidação da proteína pode ocorrer através da formação complexa não-covalente por eletrostática e atrações hidrofóbicas entre o hidroperóxido do lipídio (ROOH), ou produtos secundários da oxidação dos lipídios (aldeídos, cetonas, hidroperóxidos, etc), e as concentrações do nitrogênio ou do enxofre de resíduos reativos do

aminoácido da proteína (BÖHLEN et al., 1973; KAREL et al., 1975; GARDNER, 1979; KIKUGAWA et al., 1991; AUBOURG, 1999).

2.4.3. Micro-organismos patogênicos e deteriorantes

Muitos estudos têm demonstrado e enfatizado o papel dos alimentos produzidos, processados e conservados em condições inadequadas na transmissão de agentes patogênicos ao ser humano, podendo seu consumo acarretar risco à saúde (LOBO et al., 2001). Os alimentos podem servir de veículo e/ou substrato para a multiplicação de diversos micro-organismos, muitas vezes patogênicos, capazes de produzir toxinas, podendo, assim, causar risco à saúde do consumidor quando ingeridos (GONÇALVES, 1998).

A carne, devido à sua composição química e ao seu grande conteúdo de água, constitui excelente substrato para grande variedade de micro-organismos. A carne de animais saudáveis pode ser considerada, em seu interior, como um produto que não contém micro-organismos e, quando contém, eles são muito escassos. Os micro-organismos dos produtos de origem animal procedem de sua microbiota superficial, de suas vias respiratórias e do tubo gastrintestinal. Sua contaminação superficial ocorre durante o abate e em operações posteriores. A superfície da carcaça pode contaminar-se facilmente a partir de diversas fontes, entre as quais se destaca a pele do animal que, além de sua microbiota característica, contém grande número de espécies de micro-organismos procedentes das fezes, do solo, da água, da ração, etc. A contaminação de carcaças de frango tem importantes implicações para a segurança e o tempo de vida útil do produto (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

A segurança e qualidade dos alimentos como a carne *in natura* pode ser estimada pela contagem de micro-organismos indicadores como micro-organismos aeróbios mesófilos, coliformes totais, *Escherichia coli* e micro-organismos psicotróficos (JAY, 2000; GILL, 1998; LOPES et al., 2007).

DOMINGUEZ & SCHAFFNER (2007) citam que bactérias psicotróficas tem sido identificadas como os micro-organismos predominantemente responsáveis por deterioração de produtos cárneos armazenados aerobicamente. GIL & NEWTON (1980) relatam que as

temperaturas de refrigeração são muito baixas para permitir o crescimento de micro-organismos mesófilos; deste modo, os psicotróficos são os micro-organismos predominantes. Mesmo sob temperaturas mais elevadas de refrigeração, os mesófilos crescem de forma muito lenta, sendo incapazes de competir com as espécies psicotróficas. Somente quando a temperatura começa a se aproximar do máximo para o crescimento dos psicotróficos, cerca de 30°C, os mesófilos começam a dominar a microbiota deteriorante.

As bactérias psicotróficas são todas aquelas que conseguem crescer a 7°C, independente da sua temperatura ótima de crescimento, entre 20 e 30°C (INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION, 1997). Estes micro-organismos podem ser do tipo bacilo, cocos ou vibrios, formadores ou não de esporos, Gram-negativos e/ou positivos, aeróbios e/ou anaeróbios. Entre as bactérias Gram-negativas destacam-se as *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e, entre as Gram-positivas: *Clostridium*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus* e *Microbacterium* (SORHAUG & STEPANIAK, 1997; ENEROTH et al., 1998; URAZ & CITAK, 1998). Estes grupos de bactérias tem, portanto, enorme importância nos alimentos mantidos em condições de refrigeração tornando-se mais sério o problema devido à extensão da cadeia do frio, desde a produção até o consumidor (FAGUNDES, 2004).

Os micro-organismos psicotróficos são aqueles que têm capacidade de se desenvolver entre 0°C e 7°C. Uma vez que a velocidade de multiplicação nem sempre é a mesma para todos os psicotróficos, duas novas categorias de classificação foram propostas: europsicotrófico, referente aos que não formam colônias visíveis até o 6°-10° dia entre 0°C e 7°C; e o estenopsicotrófico, referente aos que formam colônias visíveis em cinco dias nessa faixa de temperatura. Ao primeiro grupo pertencem as espécies *Enterobacter cloacae*, *Yersinia enterocolitica* e *Hafnia alvei*, e ao segundo grupo, *Pseudomonas fragi* e *Aeromonas hydrophyla* (TRIPOD, 2010).

Os micro-organismos psicrófilos e psicotróficos multiplicam-se bem em ambientes refrigerados, sendo os principais agentes de deterioração de carnes, pescado, ovos, frangos e outros. Nesse grupo podem ser incluídos os seguintes gêneros: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* e outros (TRIPOD, 2010).

Os micro-organismos 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 micro-organismos presentes após a sua obtenção (VIEIRA & TEIXEIRA, 1997).

A vida útil da carne refrigerada em aerobiose não é muito longa, não mais que uma ou duas semanas, e depende, fundamentalmente da taxa bacteriana original e de diversos fatores, como a temperatura de armazenamento, o pH, a tensão de oxigênio e o potencial redox. Sua alteração fica a cargo das bactérias psicrotróficas. Em meio à diversidade de micro-organismos psicrotróficos detectados em carnes refrigeradas, as aeróbias Gram negativas são as que adquirem maior importância e, dentro destas, as *Pseudomonas* são normalmente responsáveis pela alteração de carne refrigerada, sem descartar a possível colaboração de outras (ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

A alteração da carne refrigerada em aerobiose é um fenômeno superficial e transcorre com o aparecimento de odores anômalos, normalmente desagradáveis, quando a taxa bacteriana alcança um valor de 5×10^7 UFC/cm², aproximadamente, e com o aparecimento de substâncias viscosas (polissacarídeos sintetizados pelas bactérias), quando essa taxa ultrapassa o nível de 10^8 UFC/cm². Esses valores são os que geralmente se admitem para definir uma carne alterada, isto é, quando são detectadas as mudanças sensoriais devido aos metabólitos resultantes do crescimento microbiano. Também se observa um aumento de pH até aproximadamente 7,5 e, portanto, a alteração da carne de aves se parece muito com de outras espécies (HAYES, 1993; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005).

Quando as carcaças se mantêm a temperaturas de refrigeração a maior parte do crescimento microbiano tem lugar na pele e com menor intensidade na superfície interna da cavidade visceral. Assim, os tecidos que se encontram logo abaixo da pele se mantêm praticamente livres de bactérias por algum tempo. Contudo, gradualmente as bactérias começam a penetrar nos tecidos mais profundos, aumentando a hidratação das proteínas do músculo. Ainda não se sabe se a autólise tem um papel fundamental na deterioração dos

tecidos internos das aves (HAYES, 1993; JAY, 2005). Um estudo feito por MAY et al. (1961) mostrou que a pele das aves sustenta melhor crescimento da flora deteriorante do que os tecidos do músculo das mesmas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Preparo das amostras

As amostras de coxas e sobrecoxas (com pele) desossadas, foram embaladas em embalagens de polietileno, dimensões de 24 x 35 cm, espessura 0,12 micras e submetido a vácuo de 750 mmHg, na quantidade de 2 kg (aproximadamente 8 unidades), conforme aspecto demonstrado na Figura 06.



Figura 06: Coxas e sobrecoxas de frango desossadas e embaladas a vácuo.

As amostras foram separadas em quatro tratamentos distintos, sendo uma amostra resfriada e três amostras congeladas (Tabela 02). Os pacotes foram acondicionados em caixas de papelão contendo 6 embalagens de coxa e sobrecoxa desossada de frango e armazenados em câmaras refrigeradas com controlador de temperatura para manter a estabilidade da mesma.

Tabela 02: Condições de armazenamento das amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango.

Condições de armazenamento	Temperatura °C (± 1°C)	Período
Resfriada	+ 4	8 dias
Congelada	- 6	12 meses
Congelada	- 12	12 meses
Congelada	- 18	12 meses

Em intervalos de períodos distintos, amostras aleatórias foram retiradas das câmaras, descongeladas em geladeira por um período de 12 a 24 horas e temperatura de máxima de 4°C e submetidas às análises sensoriais, físico-químicas (acidez, oxidação lipídica e protéica e pH) e microbiológicas (psicrotróficos).

3.2 - Determinações Físico-Químicas

3.2.1 - Oxidação lipídica - Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Para avaliar a extensão da oxidação lipídica ocorrida nos tratamentos realizou-se análises feitas em triplicata, segundo metodologia descrito por SORENSEN & JORGENSEN (1996).

Foi utilizado o padrão 1,1',3, 3" tetraetoxipropano (TEP), cuja hidrólise ácida gera malonaldeído na proporção de 1mol:1mol, para obtenção de uma curva padrão composta por sete pontos de diferentes concentrações (0; 0,6; 0,9; 1,2; 1,4; 2,0; e 3,0 µmol/L de TEP).

Os aldeídos foram extraídos fazendo-se um extrato ácido-aquoso homogeneizado em Ultra-Turrax com 5 g de amostra e 15 mL de ácido tricloroacético diluído em Propol Galato e um agente quelante, sal sódico EDTA sódico, com a finalidade de evitar a formação errônea de malonaldeído ou com substâncias reativas ao TBA durante a mistura e filtração da amostra. Esse extrato filtrado reagiu com a solução de TBA sob aquecimento (40 minutos a 95°C em banho-maria) para a formação do complexo colorido, o qual foi medido em espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV-Vis mini 1240, no comprimento de onda de 532 nm.

Para os cálculos da curva padrão, a concentração e a absorvância forma plotados no eixo x e y, respectivamente, determinando assim a equação da reta de uma regressão linear, a partir da qual se obteve a concentração da amostra. Os resultados foram expressos em "valor de TBARS", definido como mg malonaldeído por kg de amostra.

3.2.2 - Oxidação das Proteínas

Para avaliar a extensão da oxidação das proteínas ocorrida nos tratamentos, realizou-se determinação do grupo carbonil formado durante o período estudado conforme metodologia descrita por LEVINE et al. (1990) modificado. A concentração do grupo carbonil foi calculada medindo DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazina) quantificado através da medição em absorvância 370 nm usando um coeficiente de extinção de $22,0 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. A concentração de proteína foi calculada pelo método Bradford (BRADFORD, 1976), por espectrofotometria a 280 nm (UV – visível, Agilent 8453E), usando uma curva padrão com albumina bovina (0,260 a 2,360 mg/mL) em guanidina 6 M. Os resultados foram expressos em nmol de carbonil por mg de proteína (nmol de carbonil/mg de proteína).

3.2.3 – pH

Para a determinação de pH, 10 g de amostras (sem a pele) de coxa e sobrecoxa desossada de frango e 20 mL de água deionizada foram trituradas em multiprocessador de alimentos (Arno) por aproximadamente 1 minuto. O valor de pH foi determinado em potenciômetro digital (Digimed®), previamente calibrado a pH 4 e 7 (AOAC, 1990).

3.2.4 - Acidez total

Dez gramas de amostra foram diluídas em 200 mL de água destilada, triturados durante 1 minuto, transferidos para um balão volumétrico de 250 mL, onde o volume foi completado e a solução filtrada. Foi transferido 25 mL do filtrado para um erlenmeyer e adicionado de 75 mL de água destilada juntamente com 3 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1 % e a seguir realizada a titulação com solução de NaOH 0,1N, até o ponto de viragem (surgimento da coloração rósea e/ou pH = 8,2). A acidez total foi expressa em g de ácido oléico por 100 g de amostra (TERRA & BRUM, 1998).

3.2.5 – Atividade de Água

A atividade de água (aw), foi determinada pelo procedimento do Aqualad CX-2 Water Activity – System, efetuando-se a calibração do aparelho com água deionizada e solução de NaCl com 0,819 de aw até sua estabilização, e em seguida realizada à leitura da aw/T°C da amostra.

3.3 - Análise Microbiológica

3.3.1 - Contagem Total de Micro-organismos Psicotróficos

A contagem total de micror-organismos psicotróficos foi realizada utilizando-se a técnica de inoculação de 1 mL de cada diluição pelo método de plaqueamento em superfície com meio ágar padrão para contagem (PCA), com incubação das placas secas, invertidas, a 7°C por 10 dias, conforme recomendado por SWANSON et al. (1992).

3.4 - Avaliação Sensorial

A análise sensorial foi realizada em escala laboratorial, utilizando o método de diferença do controle, onde 10 provadores treinados de ambos os sexos, de diferentes faixas etárias (20 a 50 anos), participaram analisando o produto em cabines individuais e expressando os resultados nas fichas de informação.

As amostras de coxas e sobrecoxas de frango foram apresentadas em 2 sessões distintas: in natura e assada. As amostras foram cortadas em pequenos pedaços uniformes de aproximadamente 1,5 x 1,5 cm, apresentadas em recipientes plásticos e codificados com três dígitos aleatórios, conforme demonstrado nas Figura 07 e 08.

O provador recebeu na primeira sessão, amostras assadas de coxa e sobrecoxa de frango desossado para avaliar os atributos de sabor e odor, para cada amostra codificada com a amostra padrão, identificada nas amostras, e

repassando uma nota para a mesma, expressando a diferença contida entre a amostra e o padrão, conforme o modelo da ficha apresentado na Figura 09.



Figura 07: *Aspecto visual da distribuição das amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango assado para avaliação sensorial do sabor e odor.*

Após, o mesmo provador recebeu a segunda sessão, amostras in natura de coxa e sobrecoxa desossada de frango para realizar avaliação dos atributos de aparência e odor.



Figura 08: *Amostra in natura, sendo apresentada para o provador, em recipientes plásticos codificados.*

Cada sessão foi acompanhada de uma ficha de informações, contendo a escala a ser utilizada como orientação, conforme demonstrado na Figura 09.

TESTE DIFERENÇA DO CONTROLE

Nome: _____ Data: ____/____/____

Você esta recebendo uma amostra **padrão (P)** e quatro amostras codificadas de COXA E SOBRECOXA DE FRANGO. Prove a amostra padrão e em seguida prove cada uma das amostras codificadas e avalie na escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere, em termos globais da amostra padrão.

0 Nenhuma diferença
 1
 2 Ligeiramente diferente
 3
 4 Moderadamente diferente
 5
 6 Muito diferente
 7
 8 Extremamente diferente

Amostra	Grau de Diferença
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____

Figura 09: Exemplo de ficha de avaliação sensorial, aplicado ao teste de diferença de controle.

O provador então foi orientado a avaliar o produto, conforme a sessão que estava sendo apresentada, e com algumas considerações, tais como, beber água e utilizar amostra do branco (pão) entre as amostras, para neutralizar o sabor e também cheirar café em grão, que continha em cada cabine, para neutralizar o odor.

A avaliação sensorial foi realizada através de uma escala mista de 9 pontos (0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente) em relação a uma amostra padrão (período inicial do armazenamento), conforme metodologia.

3.5 - Análise Estatística

Os resultados das determinações físico-químicas foram submetidos à análise de variância seguida de teste de Tukey para comparação entre as médias dos resultados ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Na análise sensorial, o tratamento estatístico diferiu em relação à comparação entre as médias, o qual utilizou-se o teste de Dunnett. Para tratamento dos dados utilizou-se o Software STATISTICA versão 7.0 (StatSoft Inc®, USA).

4. Resultados e Discussão

A necessidade de se obter um produto de qualidade, principalmente pela exigência de padronização que o consumidor está buscando em cada segmento e com isso também as normas e orientações que estão surgindo através dos órgãos responsáveis pela fiscalização de produções faz com que toda essa cadeia de produção, seja monitorada e acompanhada para garantir o sucesso do produto. Com base nisto, este capítulo abordará os resultados (análise físico-químicas, sensorial e microbiológica) referentes a influência das condições de armazenamento de coxas e sobrecoxas desossadas de frango.

4.1 Aspectos físico-químicos

4.1.1 Acidez e pH

A Tabela 03 apresenta os resultados da acidez total e pH das amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango. Verifica-se que a acidez e o pH não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), durante os 8 dias armazenamento a 4°C. Em relação ao pH não foi verificado nenhuma diferença significativa durante o período de armazenamento.

Tabela 03: Acidez total e pH de amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango armazenadas a 4°C.

Período (dias)	Acidez total (g de ácido oléico/100g)	pH
0	0,303 ^a ±0,002	6,53 ^a ±0,001
2	0,296 ^a ±0,016	6,51 ^a ±0,040
4	0,298 ^a ±0,019	6,44 ^a ±0,026
6	0,280 ^a ±0,012	6,38 ^a ±0,099
8	0,266 ^a ±0,021	6,44 ^a ±0,026

* média ± desvio padrão seguida de letras iguais nas colunas não indicam diferença significativa á nível de 5% (Teste Tukey).

PINO (2005) verificou um valor de pH muito próximo a este trabalho em coxas e sobrecoxas de frangos (6,34 a 6,07). CHOULIARA et al. (2006) verificou uma redução significativa ($p < 0,05$) nos valores de pH em amostras de frangos com acréscimo de óleo essencial de orégano e atmosfera modificada, armazenada por 25 dias a 4°C, provavelmente atribuído ao produção de ácido láctico através do metabolismo das bactérias lácticas.

Corroborando com os resultados do presente estudo, AGUIAR et al. (2004) avaliando a qualidade de cortes de frango, verificaram que o pH de coxas e sobrecoxas apresentaram um valor de 6,3 e 6,1, respectivamente. Os estudos demonstrados por SANTOS et al. (2005), em carnes de aves de linhagens diferentes, a "Cobb" apresentaram o maior valor de pH (5,99), seguido de "Paraíso Pedrês" com 5,74 e "Isa Label" com 5,65. Resultados semelhantes foram obtidos por MOREIRA et al. (2003), BERRI et al. (2001) e QIAO et al. (2001), que verificaram diferenças entre linhagens para o pH da carne.

PEREIRA et al. (2006), em estudos realizados com carne de ema armazenadas sob refrigeração, observaram que o pH manteve-se praticamente estável, em torno de 5,8, com pequenas oscilações durante todo o período de estocagem (12 dias).

Para uma indústria processadora de carne de aves, o valor de pH é uma medida muito importante, pois um valor abaixo de 5,7 logo após o abate é um dos fatores que acarreta o desenvolvimento de carnes com características PSE (pale, soft and exudative). Isto se deve ao fato de comprometer as propriedades funcionais da carne, devido à desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, ocasionando problemas em produtos processados de aves, reduzindo o rendimento dos produtos com consequentes perdas econômicas (OLIVIO & SHIMOKOMAKI, 2001).

A Tabela 04 apresenta os resultados da acidez total de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas e armazenadas sob congelamento a -6, -12 e -18°C.

Tabela 04: Acidez Total de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C.

Período (meses)	Acidez total (g de ácido oléico/100g)		
	-6°C	-12°C	-18°C
0	0,121 ^{dA} ± 0,007	0,121 ^{cA} ± 0,007	0,121 ^{cA} ± 0,007
2	0,179 ^{bcA} ± 0,015	0,148 ^{bcB} ± 0,003	0,158 ^{bAB} ± 0,011
3	0,191 ^{bA} ± 0,005	0,168 ^{bB} ± 0,003	0,158 ^{bB} ± 0,014
4	0,157 ^{cA} ± 0,013	0,151 ^{bA} ± 0,007	0,148 ^{bcA} ± 0,003
8	0,210 ^{abA} ± 0,021	0,239 ^{aA} ± 0,017	0,196 ^{aB} ± 0,010
9	0,233 ^{aA} ± 0,012	0,235 ^{aA} ± 0,014	0,223 ^{aA} ± 0,008
10	0,229 ^{aA} ± 0,014	0,250 ^{aA} ± 0,013	0,227 ^{aA} ± 0,021

*Médias (± desvio padrão) seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais na coluna/linhas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste Tukey).

Comparando as amostras armazenadas a -6, -12 e -18°C, as mesmas apresentam comportamento semelhante, demonstrando um leve aumento no valor da quantidade de ácido oléico (% p/p) com o período de armazenamento.

4.1.2 Estabilidade lipídica e protéica

Os resultados da oxidação lipídica das amostras de coxa e sobrecoxa de frango desossada armazenadas a 4°C durante 8 dias, estão apresentados na Tabela 08. Verifica-se que até o período de 2 dias, as amostras não apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao padrão (0 dias), quanto a oxidação lipídica. A partir do 6º dia de armazenamento, os valores de oxidação lipídica foram significativamente diferentes da amostra padrão, sendo acentuada no 8º dia de armazenamento (0,654 mg de MDA/kg de amostra). Observa-se que a oxidação lipídica apresenta uma elevação acentuada no decorrer do período de armazenamento, sendo que o valor final equivale a aproximadamente 5 vezes o valor inicial.

Tabela 05: Oxidação lipídica - TBARS de coxas e sobrecoxas de frango desossadas resfriadas a 4°C durante 8 dias de armazenamento.

Período (dias)	TBARS (mg de MDA/Kg de amostra)
0	0,061 ^d ± 0,001
2	0,079 ^d ± 0,023
4	0,144 ^c ± 0,014
6	0,289 ^b ± 0,062
8	0,654 ^a ± 0,031

*Médias ± desvio padrão, seguidas de letras iguais na coluna não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey).

Para SIMS & FIORITI (1980) parece conveniente estabelecer uma correlação entre os valores de TBARS e os resultados da avaliação organoléptica e/ou de outros métodos, demonstrando assim que correlações entre os métodos podem afirmar as sentenças estudadas. Isto também foi verificado por GALVIN et al. (1997), os quais afirmam que em equipes de provadores treinados, indivíduos podem ser capazes de detectar odores desagradáveis em carnes oxidadas com valores de TBARS a partir de 0,50 mg malonaldeído/kg carne, sendo que o mesmo foi verificado no presente estudo, onde os provadores após o 6 dia de armazenamento no produto assado, atribuíram uma pontuação "ligeiramente diferente" da amostra padrão (Tabela 3) e no 8º dia de armazenamento nas amostras in natura foi detectado um odor desagradável de carne oxidada e aspecto físico parcialmente deteriorado, caracterizando uma oxidação lipídica com teores de TBARS de 0,654 mg de MDA/kg de amostra.

A oxidação é um dos principais fatores envolvidos na deterioração dos componentes lipídicos da carne, sobretudo dos ácidos graxos insaturados, em virtude da presença de duplas ligações. À medida que as duplas ligações aumentam, menor é o tempo de conservação das gorduras. As carnes brancas como as de aves e de peixes, se caracterizam por terem concentrações relativamente elevadas de ácidos graxos insaturados, que são mais suscetíveis a deterioração oxidativa em comparação a outros tipos de carnes (MAGGIONI et al. 2008).

Estudos realizados por CHOULIARA et al. (2006) com avaliação da vida útil de peitos de frango armazenados a temperatura de 4°C, indicou um aumento na oxidação lipídica de 0,28 a 0,58 mg de MDA/kg, do 0 ao 6º dia de armazenamento, e no 25º dia foi verificado um decréscimo no valor (0,10 mg de MDA/kg). Alguns autores relatam que podem ocorrer oscilações no valor de TBARS com o armazenamento. CHOULIARA et al. (2005), observaram em filés de peixe marinho, à formação inicial do malonaldeído (MDA) e a diminuição nos valores de TBARS atribuído a sua possível decomposição durante os últimos estágios de armazenagem. Em outro estudo avaliando peitos de frangos acondicionados em embalagens com atmosfera modificada (A: 30% CO₂/70% N₂ e B: 70% CO₂/ 30% N₂) e adicionado 0,1 e 1% de óleo essencial de orégano no produto, verificaram comportamento semelhante (CHOULIARA et al. (2006).

HOAC et al. (2005) avaliaram a estabilidade lipídica (TBARS) de peito de frango moído e armazenado a 8°C por 6 dias. Durante este período verificou-se que houve um aumento significativo no valor de TBARS, sendo que no início do experimento (0 dias) a oxidação se apresentou com valor aproximadamente 1 µmol/kg e no final do experimento (6 dias) o valor foi de aproximadamente 6 vezes superior ao inicial.

Ao avaliar a estabilidade lipídica de carne mecanicamente separada de ave armazenada a 4°C por 10 dias, PEREIRA (2009) verificou valores de 0,093 ao 0 dia, 0,393 ao 8º dia e 0,443 mg de malonaldeído/kg no 10º dia. Ao comparar estes resultados com os do presente estudo (Tabela 08), os valores apresentam-se maiores, pois a matéria-prima utilizada (CMS) tem uma superfície de contato maior com o oxigênio, quando comparada a coxa e sobrecoxa desossada de frango.

A Tabela 06 apresenta a oxidação lipídica (TBARS) das amostras de coxa e sobrecoxa de frango desossada armazenadas sob congelamento (-6, -12 e -18°C) por um período de 12 meses.

Tabela 06: Oxidação lipídica - TBARS de coxas e sobrecoxas de frango desossadas congeladas a -6, -12 e -18°C por um período de 12 meses de armazenamento.

Período (meses)	TBARS (mg de MDA/Kg de amostra)		
	-6°C	-12°C	-18°C
0	0,083 ^{eA} ±0,012	0,083 ^{dA} ±0,012	0,083 ^{dA} ±0,012
2	0,295 ^{bcA} ±0,023	0,105 ^{dB} ±0,008	0,048 ^{eC} ±0,003
3	0,337 ^{bA} ±0,013	0,093 ^{dB} ±0,005	0,066 ^{dB} ±0,022
4	0,336 ^{bA} ±0,051	0,291 ^{bA} ±0,023	0,190 ^{cB} ±0,023
7	0,269 ^{cA} ±0,039	0,273 ^{bA} ±0,066	0,083 ^{dB} ±0,022
8	0,211 ^{dA} ±0,020	0,205 ^{cA} ±0,021	0,102 ^{dB} ±0,021
10	0,674 ^{aA} ±0,042	0,517 ^{aA} ±0,060	0,298 ^{bB} ±0,058
12	0,685 ^{aA} ±0,055	0,544 ^{aA} ±0,073	0,359 ^{aB} ±0,071

*Médias (± desvio padrão) seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais na coluna/linhas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste Tukey).

As amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas apresentaram no início do processo de armazenamento valores médios de TBARS de 0,083 mg de malonaldeído/kg, apresentando-se abaixo dos encontrados em estudo realizado por PINO (2005), onde os valores de TBARS foram de 0,21 a 0,23 mg de malonaldeído/kg, no início do experimento. Essa diferença pode ser provocada pela raça do animal e pela alimentação do mesmo.

O valor de malonaldeído (MDA) aumentou gradativamente com o avanço do período de armazenamento, principalmente nas amostras armazenadas a -6 e -12°C demonstrando que o tempo influencia significativamente nas reações de oxidação. As amostras armazenadas -6°C apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) a partir do 2º mês, tendo um acréscimo mais acentuado no 10º mês (0,674 mg de malonaldeído/kg), e este manteve-se constante até o 12º mês. Comportamento semelhante foi verificado nas amostras armazenadas a -12° C.

As amostras armazenadas a -18°C, também apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) no 10º mês, porém com valores de TBARS inferiores

(0,298 mg de malonaldeído/kg) aos observados a -6 e -12° C, e não sendo detectadas alterações nas características organolépticas das amostras assadas (Tabela 05) pela equipe de provadores. AHMAD & SRIVASTAVA (2007) afirmam que amostras de carne com número de TBARS entre 0,5 e 1,0 mg de malonaldeído/kg não é possível verificar odor de ranço e entre 1 e 2 mg de malonaldeído/kg situam-se na faixa detectável sensorialmente.

Analisando-se também o comportamento da oxidação lipídica durante o período analisando, verifica-se que a temperatura de -18°C é mais estável perante as outras temperaturas (-6 e -12°C).

Portanto esse valor apresentado diferenciado ente as amostras de -6 e -12°C comparadas com as armazenadas a -18°C não apresenta vantagem perante estudo da viabilidade econômica no processamento do produto, pois para armazenar esse produto a temperatura mais baixa indicada, gasta-se mais recurso com a cadeia de frio e diferença do valor de oxidação lipídica apresentada é pequeno perante o valor gasto com esse processo.

Constata-se que a temperatura tem influência significativa sobre a velocidade de reação oxidativa, sendo que as amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas mantidas a -18°C apresentaram valores menores de MDA em relação as amostras armazenadas a -6 e -12°C (Tabela 09), sendo que quanto maior a temperatura de armazenamento, maior retardamento da estabilidade oxidativa. Estes resultados contrapõem ao observado no estudo apresentado por SOYER et al. (2010), onde não foi encontrado diferença significativa em valores de MDA (aumento de 0,33-0,97 mg / MDA) analisados em coxas e sobrecoxas de frango por um período de 6 meses para diferentes temperaturas de armazenamento de -7, -12 e -18°C. Salienta-se que no estudo de SOYER et al. (2010), as amostras foram congeladas a -7, -12 e -18°C e estocadas a -18°C, diferindo do presente estudo, onde as amostras foram inicialmente congeladas a -18°C e armazenadas a -6, -12 e -18°C.

PINO (2005) avaliou a estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenada temperatura de -18°C, onde no 9° mês de armazenamento apresentou valores de 0,59 a 0,90 mg de malonaldeído/kg.

As amostras apresentaram oscilações nos teores de TBARS entre o 4° e o 8° mês de armazenamento. Diversos autores sugerem que a redução nos

valores de TBARS observados em função do tempo de armazenamento, está associada provavelmente com o aumento das concentrações de produtos altamente polares, resultantes da polimerização dos produtos de oxidação secundária. Foi relatado que o malonaldeído (MDA) reage com uma larga escala de compostos ou pode formar dienos ou trienos de MDA, o que diminui a quantidade de MDA disponível para reagir com o ácido tiobarbitúrico, em consequência, os valores de TBARS avaliados são reduzidos (GRAU et al., 2001; GATELLIER et al., 2007).

TORRES et al. (1998), em hambúrguer de frango constituído de 91,5% de carne de frango, sem adição de sal iodado (produto halogênico que pode interferir na oxidação), congelado (-12°C) e armazenados por 90 dias, verificou valores para a oxidação lipídica do hambúrguer no tempo inicial e final de 0,43 e 1,82 mg de MDA/kg, respectivamente. Sendo estes valores superiores aos encontrados no presente estudos, justificados pela diferença no processamento do produto hambúrguer (moagem e exposição ao oxigênio) os quais tornam-se mais susceptíveis a oxidação lipídica.

Ao comparar as amostras congeladas e armazenadas por 10 meses a -6, -12 e -18°C (Tabela 09) em relação às amostras resfriadas a 4°C e armazenadas por 8 dias (Tabela 08), verifica-se que o nível de oxidação alcançado pela amostra resfriada (0,654 mg de MDA/kg) se equivale aproximadamente a 10 meses de armazenamento a -6°C. Por outro lado, nas temperaturas de -12 e -18°C em 12 meses de armazenamento os teores de TBARS foram inferiores a 0,6 mg de MDA/kg, confirmando que a temperatura tem influência na velocidade de reação da oxidação lipídica.

Na Tabela 07 estão expressos os valores de oxidação de proteínas das amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas acondicionados -6, -12, -18°C por 12 meses. Observa-se que a amostra padrão (0 dia) apresentou uma oxidação protéica inicial de 5,37 nmol de carbonil por mg de proteína. As amostras congeladas diferiram entre si, sendo que a acondicionada a -18°C não difere da amostra do 0 dia. No entanto, a armazenada a -6°C a oxidação protéica (23,23 nmol de carbonil/mg de proteína) foi superior aos demais tratamentos.

Tabela 07: Oxidação de proteínas das amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C.

Tratamento	Período (mês)	Oxidação de Proteínas (nmol de carbonil/mg de proteína)
Padrão	0	5,37 ^c ±1,13
Armazenada a -6°C	12	23,23 ^a ±1,04
Armazenada a -12°C	12	17,53 ^b ±0,38
Armazenada a -18°C	12	6,03 ^c ±0,09

*Média seguida de letras iguais na coluna não diferem a nível de 5% (Teste Tukey).

4.2 Características Sensoriais

As amostras foram submetidas a temperaturas diferentes durante o armazenamento, sob temperatura de 4°C por um período de 8 dias e de -6, -12 e -18°C por um período de 10 meses. Durante este período foi realizado periodicamente análise sensorial em duas bancadas distintas: amostra "in natura" analisando o odor e o aspecto visual e amostra assada analisando uma avaliação global, incluindo aspecto visual, o odor, o sabor e a textura.

A Tabela 03 apresenta os resultados relacionados as características sensoriais de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a 4°C por 8 dias e avaliadas na forma in natura e assada. Verifica-se que as amostras de coxas e sobrecoxas desossadas de frango in natura apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao odor após o 4 dia de armazenamento quando comparada a amostra padrão (0 dia de armazenamento) e diferindo, também, do 2º dia de armazenamento. No entanto, para as amostras assadas a diferença na avaliação global foi perceptível e significativamente para os provadores após o 6º dia de armazenamento, correspondendo a escala de pontuações a "nenhuma diferença" a "ligeiramente diferente" do padrão (Figura 08) e diferindo das amostras armazenadas no 2º e 4º dia de armazenamento.

Tabela 08: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango em diferentes períodos de armazenamento a 4°C.

Período (dias)	Características sensoriais*			
	Aspecto visual e odor - in natura -		Avaliação global - assada -	
	Padrão**	Amostra	Padrão	Amostra
2	1,40 ^{aA}	1,50 ^{aB}	1,11 ^{aA}	1,44 ^{aB}
4	0,90 ^{bA}	4,20 ^{aA}	1,00 ^{aA}	1,60 ^{aB}
6	0,70 ^{bA}	4,40 ^{aA}	0,67 ^{bA}	3,33 ^{aA}
8	-	Inaceitável***	-	Inaceitável***

*Médias seguida de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Dunnet/Tukey nas linhas/colunas); Valores de critérios sensoriais: 0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente. ** Padrão - 0 dia de armazenamento; *** inaceitável - impróprio para o consumo.

De acordo com a Tabela 08 as amostras a partir do 8º dia de armazenamento apresentaram odor muito forte e desagradável e aspecto físico parcialmente deteriorado, com características da parte muscular (carnosa) flexíveis e com o aparecimento de substâncias viscosas. Portanto, em função destas características visuais, decidiu-se não utilizar mais as amostras para as avaliações sensoriais e classificando-as como inaceitável para o consumo. Cabe ressaltar, que este produto normalmente apresenta uma vida útil de 7 dias, com base em programas de qualidade adotados pelas empresas processadoras (Boas práticas de fabricação, PPHO, APPCC), conforme rotulagem aprovada e regulamentada pelo MAPA.

CHOULIARA et al. (2006) através de estudos sensoriais verificou que a carne de frango fresca adicionada de 0,1% (v/p) de óleo essencial de orégano, acondicionada em embalagem aeróbia e armazenada a temperatura de 4°C, apresentou uma vida útil de 5 dias, tendo um valor similar ao encontrado neste trabalho. Cabe ressaltar, que no presente estudo, as amostras foram acondicionadas à vácuo (750 mmHg), porém a embalagem de polietileno utilizada apresentava permeabilidade a gases sendo que este acondicionamento foi realizado apenas com o intuito de diminuição de volume e acomodação do produto.

SHIRAHIGUE (2008), avaliou sensorialmente bolinhos de frango adicionados de 1 % (p/p) NaCl, com e sem antioxidantes (várias concentrações de extrato de uvas Isabel, várias concentrações de extrato de uvas Niágara e BHT) e armazenados a 4°C. Para as amostras sem oxidantes, verificou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o atributo odor de ranço, aos 14 dias de armazenamento, indicando que possa ter ocorrido uma leve deterioração dos produtos perceptível aos provadores. Porém, as amostras que continham antioxidantes, não apresentaram diferença significativa.

POLLOK et al. (1997) recomendam que bifes de carne de avestruz embalados a vácuo não permaneçam armazenados sob refrigeração por mais de 14 dias, pois pode comprometer a qualidade da carne. Já OTEMBRA et al. (1999) relataram que a carne de avestruz embalada a vácuo e estocada sob refrigeração apresenta-se em condições de consumo até o 10º dia de estocagem.

A Tabela 09 apresenta os resultados relacionados as características sensoriais de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C por 10 meses e avaliadas na forma in natura (aspecto visual e odor).

Tabela 09: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango *in natura*, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C.

Período (meses)	Aspecto visual e odor – <i>in natura</i>					
	-6°C		-12°C		-18°C	
	Padrão	Amostra	Padrão	Amostra	Padrão	Amostra
2	1,00 ^{Ab}	1,33 ^{bB}	1,00 ^{Ab}	1,33 ^{bD}	1,00 ^{Ab}	1,33 ^{bC}
4	1,17 ^{Ab}	1,33 ^{bB}	1,17 ^{Ab}	1,83 ^{bD}	1,17 ^{Ab}	1,67 ^{bC}
5	0,75 ^{Ab}	1,50 ^{bB}	0,75 ^{Ab}	1,63 ^{bD}	0,75 ^{Ab}	1,75 ^{bC}
6	0,50 ^{Ab}	2,67 ^{aAB}	0,50 ^{Ab}	3,00 ^{aC}	0,50 ^{Ab}	1,17 ^{bC}
8	1,20 ^{Ab}	4,80 ^{aA}	1,20 ^{Ab}	4,20 ^{aB}	1,50 ^{Ab}	4,83 ^{aA}
9	1,57 ^{Ab}	5,43 ^{aA}	0,80 ^{Ab}	5,60 ^{aA}	0,71 ^{Ab}	4,00 ^{aAB}
10	0,40 ^{Ab}	5,60 ^{aA}	0,40 ^{Ab}	5,73 ^{aA}	0,40 ^{Ab}	4,86 ^{aA}

*Médias seguidas de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Dunnet/Tukey nas linhas/colunas); Valores de critérios sensoriais: 0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente. ** Padrão - 0 dia de armazenamento.

As médias da análise sensorial da amostra apresentada *in natura* também está apresentada na Figura 10.

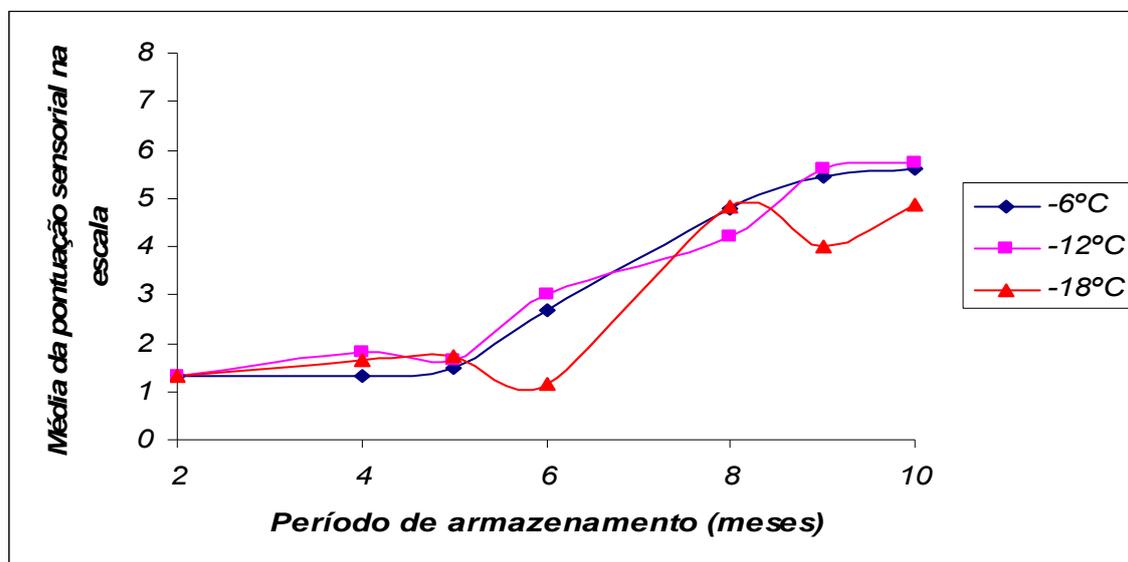


Figura 10: Média da pontuação dos provadores na avaliação sensorial de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango *in natura*, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C (escala de pontuação: 0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente. ** Padrão - 0 dia de armazenamento).

As amostras armazenadas a temperatura de -6 e -12°C, apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao padrão e ao período de armazenamento, a partir do 6º mês, correspondendo na escala de pontuação (Figura 10) como "ligeiramente diferente" a "moderadamente diferente", distanciando o seu comportamento perante as amostras armazenadas a temperatura mais baixa (-18°C).

As amostras armazenadas a -18°C apresentaram diferença significativa, a partir do 7º mês, apresentando um valor na escala de pontuação entre "moderado" a "muito diferente" do padrão, apresentando uma diferenciação no sabor, das outras amostras, até o final do período de armazenamento.

A Tabela 10 apresenta os resultados relacionados as características sensoriais de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C por 10 meses e avaliadas na forma assada (avaliação global do produto: sabor, odor, textura, aspecto visual).

Tabela 10: Características sensoriais de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango assadas, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C.

Período (meses)	Avaliação global – assada					
	-6°C		-12°C		-18°C	
	Padrão	Amostra	Padrão	Amostra	Padrão	Amostra
2	0,44 ^{bA}	1,22 ^{bBC}	0,44 ^{bA}	1,22 ^{bC}	0,44 ^{bA}	1,33 ^{bA}
4	0,83 ^{bA}	1,67 ^{bB}	0,83 ^{bA}	1,33 ^{bC}	0,83 ^{bA}	1,53 ^{bA}
5	0,71 ^{bA}	2,86 ^{bC}	0,71 ^{bA}	2,14 ^{bC}	0,71 ^{bA}	1,71 ^{bA}
6	1,00 ^{bA}	1,83 ^{bB}	1,00 ^{bA}	1,83 ^{bC}	1,00 ^{bA}	1,67 ^{bA}
8	1,40 ^{bA}	3,20 ^{aA}	1,40 ^{bA}	2,80 ^{bB}	0,71 ^{bA}	1,75 ^{bA}
9	1,00 ^{bA}	3,29 ^{aA}	1,00 ^{bA}	3,50 ^{aA}	1,00 ^{bA}	2,50 ^{bA}
10	1,00 ^{bA}	3,00 ^{aA}	1,00 ^{bA}	3,09 ^{aAB}	1,00 ^{bA}	1,75 ^{bA}

*Médias seguidas de letras iguais minúsculas/maiúsculas nas linhas/colunas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Dunnet/Tukey nas linhas/colunas); Valores de critérios sensoriais: 0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente. ** Padrão - 0 dia de armazenamento.

Pode-se constatar que as amostras armazenadas a -6 e -12 °C não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), em relação a amostra padrão até

o 6° mês de armazenamento e a partir do 8° e 9° mês, respectivamente, apresentaram-se "ligeiramente" a "moderadamente diferente", em relação à amostra padrão. No entanto, as amostras armazenadas a -18°C, não foi verificada diferença significativa em relação à amostra padrão e ao período de armazenamento. Esse comportamento pode ser melhor observado na Figura 11.

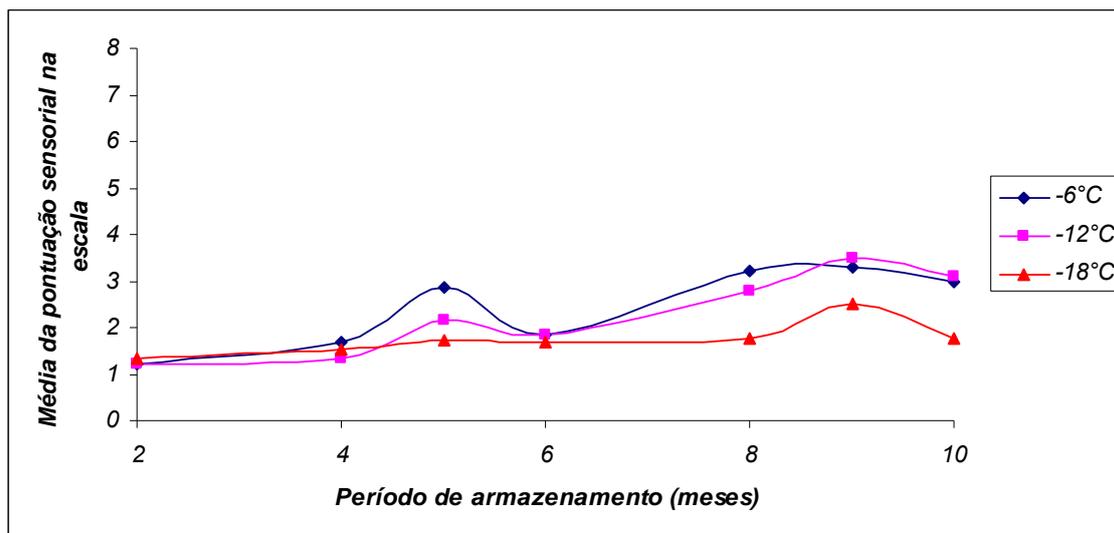


Figura 11: Média da pontuação dos provadores na avaliação sensorial de amostras resfriadas de coxas e sobrecoxas desossadas de frango assado, em diferentes períodos de armazenamento a -6, -12 e -18°C (escala de pontuação: 0 – Nenhuma diferença, 2 – Ligeiramente diferente, 4 – Moderadamente diferente, 6 – Muito diferente, 8 – Extremamente diferente. ** Padrão - 0 dia de armazenamento).

Ao comparar os resultados da análise sensorial de amostras *in natura* (Tabela 09) e assada (Tabela 10), verifica-se que a cocção do produto permite prolongar o armazenamento por um período de 2 meses, possivelmente por esse processo mascarar atributos perceptíveis em amostras *in natura*.

PINO (2005) relata que amostras de carne de frango, que foram alimentados com diferentes fontes lipídicas, e armazenadas a -18°C, apresentaram qualidade oxidativa e organoléptica de carnes de coxa e sobrecoxa de frango para o consumo até 6 meses. Possivelmente, as diferença no período de armazenamento em relação ao presente estudo (Tabela 05) se deve pelo fato da alimentação dos animais ser diferenciada e também ao processo de congelamento empregado. No estudo de PINO (2005), as amostras de frango, após o abate foram armazenadas em um congelador a

-18°C e no presente estudo as peças de coxa e sobrecoxa foram congeladas em um túnel contínuo (congelamento rápido de aproximadamente 7 horas) e após armazenadas em uma câmara frigorífica com temperatura controlada.

Segundo estudo realizado por ZAPATA et al. (2006) em peitos de frangos congelados e armazenados a -20°C por 30 dias, as alterações nas características da carne promovidas pelo armazenamento em congelamento e as diferenças entre os grupos genéticos não influenciaram na impressão global, sabor e textura. LEONE (2008), em amostras de frango irradiado, mantido congelados a -20°C e avaliando sensorialmente a amostra assada em períodos de 0, 2, 4 e 6 meses, não foi verificada diferença estatística para os atributos sensoriais, independente do tempo de armazenamento.

4.3 Avaliação microbiológica: contagem de psicrotróficos.

A contagem de micro-organismos psicrotróficos e a evolução do crescimento microbiano em amostras de coxa e sobrecoxa de frango desossadas armazenadas a 4°C durante 8 dias, estão apresentados Figura 12, respectivamente.

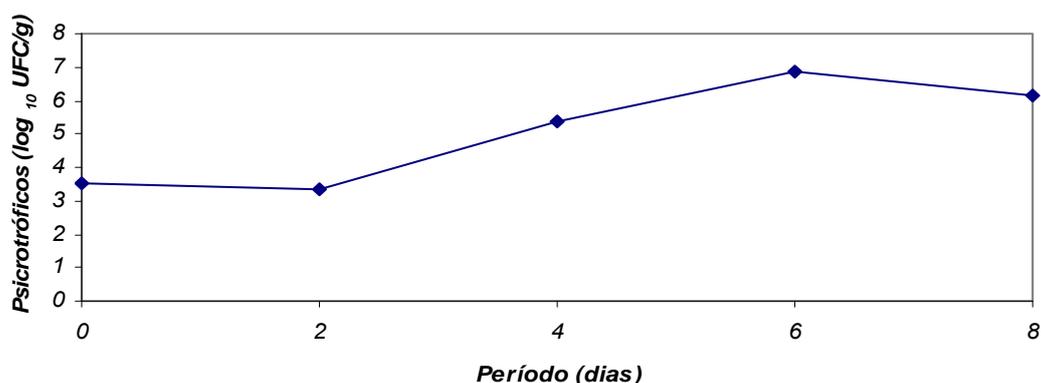


Figura 12: Crescimento de psicrotróficos em amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas, armazenadas a 4°C durante 8 dias.

Inicialmente, as amostras resfriadas apresentaram uma contagem microbiana de $3,5 \times 10^3$ UFC/g (3,5 Log UFC/g), com um aumento progressivo a partir do 4º dia de armazenamento. O valor inicial está muito próximo do

apresentado por GALARZ, (2008), em amostras de peito de frango a contagem foi de $4,6 \times 10^3$ UFC/g (3,6 Log UFC/g).

Verifica-se que esta condição de temperatura estudada (4°C) e outras variáveis, tais como a quantidade de água presente na amostra e oxigênio presente na atmosfera que circula o produto são fatores que possibilitaram a reprodução dos micro-organismos presentes na amostra. Cabe ressaltar, que as amostras analisadas apresentaram uma elevada atividade de água, na faixa de 0,994 (0º dia) a 0,992 (8º dia). Desta forma, este alimento é susceptível a deterioração por micro-organismos e também poderá desencadear reações químicas de alterações (oxidação de lipídios, etc) no decorrer do armazenamento.

A legislação brasileira não possui nenhum registro de padrão estabelecido para contagem de micro-organismos psicotróficos, embora a contagem destes indique o grau de deterioração de alimentos refrigerados (GALARZ, 2008). Entretanto, a International Commission on Microbiological Specifications for Foods - ICMSF (1978) estabelece 10^6 a 10^7 UFC/g (6 a 7 Log UFC/g, respectivamente) como padrão destes micro-organismos. Outros autores estabelecem valores que variam de 10^6 até 10^8 UFC/g (SETER et al., 2000; SMOLANDER et al., 2004; FRANCO & LANDGRAF, 2005; ORDÓÑEZ-PEREDA et al., 2005). Nas amostras analisadas após o 6º dia de armazenamento a contagem atingiu $7,3 \times 10^6$ UFC/g (6,8 Log UFC/g), estando estas no limite especificados (10^6 a 10^8 UFC/g) pelos referidos autores.

A contagem de psicotróficos em coxa e sobrecoxa de frango, apresentada por CARVALHO, et al. (2005) variou entre $7,1 \times 10^3$ e $1,3 \times 10^6$ UFC/g. HOFFMAN et al. (1995) constataram microbiota psicotrófica em frangos inteiros ao redor de 10^4 e 10^6 UFC/g, enquanto VIEIRA & TEIXEIRA (1997) encontraram populações de psicotróficos entre $2,0 \times 10^1$ a $3,4 \times 10^5$ UFC/g.

Segundo NURMI & RING (1999) o número de bactérias na superfície da carne se exceder 1×10^8 UFC/g, a carne estará inviável para o consumo humano. Se a contagem microbiológica for de 1×10^7 UFC/g, a carne não terá boa qualidade.

Vale lembrar que armazenamento de carnes e produtos cárneos refrigerados, recobertos com película permeável ao oxigênio, origina um

elevado potencial redox na superfície da carne, apropriado para o desenvolvimento de micro-organismos aeróbios psicrotróficos. Os bacilos Gram-negativos crescem rapidamente nestas condições, podendo ser responsáveis pelas alterações que se desenvolvem (ADAMS & MOSS, 1997). Além disso, cabe ressaltar que o tempo de vida útil das carnes possui uma relação inversa com a contaminação inicial do produto (DAVIES & BOARD, 1998; BARBUT, 2002; JAY, 2005).

Na Figura 12 apresenta a contagem de micro-organismos psicrotróficos de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -6, -12 e -18°C. Observa-se que a carga microbiana inicial das amostras armazenadas a -18°C apresentaram uma contagem de $1,3 \times 10^3$ UFC/g, coincidindo com os resultados obtidos por CARVALHO et al. (2005). Verifica-se, também, que após o armazenamento por 12 meses, as condições de armazenagem de -12 e -18°C mantiveram a quantidade de células existentes, e conservando-se este valor com pequenas oscilações, porém a amostra armazenada a -6°C apresenta um crescimento maior de micro-organismos nesse período.

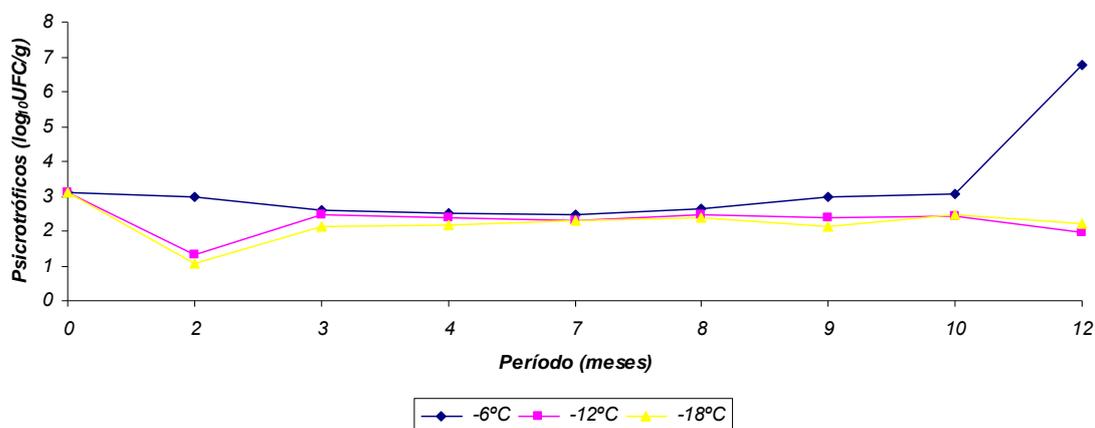


Figura 13: Crescimento de psicrotróficos em amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas, armazenadas a -6, -12 e -18°C durante 12 meses.

Observa-se também através da Figura 12 que as amostras de coxa e sobrecoxas de frango desossadas armazenadas a -12 e -18°C apresentaram uma redução de aproximadamente 2 ciclos logarítmicos no, 2º mês. Possivelmente, isto se deve a um comportamento analítico, pois a partir do 3º

mês de armazenamento, a contagem microbiana permanece com 3 log. Comportamento distinto foi constatado nas amostras a -6°C, onde após o 9º mês houve um aumento progressivo no crescimento microbiano, atingindo 6,8 ciclos logarítmicos no 12º mês. Ressalta-se, que neste período a contagem de micro-organismos encontra-se próximo aos limites estabelecidos pelo controle de qualidade referenciados pela ICMSF (1978), que estabelece 10^6 a 10^7 UFC/g como padrão destes micro-organismos.

Em estudos realizados com empanados de peito de frango e hambúrgueres de frango, por KOMIYAMA et al. (2009), processados e armazenados durante 180 dias a -18°C, também não apresentaram grandes diferenças na população microbiana (psicrotróficos) durante o período de armazenamento, iniciando seus estudos com uma contagem microbiana (psicrotróficos) de 4,90 e finalizando após o armazenamento a 3,43 log UFC/g.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 Conclusões

O tempo influenciou na estabilidade sensorial, lipídica, protéica e microbiológica de amostras de coxas e sobrecoxas de frango desossadas.

A análise sensorial das amostras de in natura armazenadas a 4°C apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) num período menor (4º dia) perante as amostras assadas (6º dia). Constatou-se que as amostras armazenadas a -6 e -12°C, submetidas a cocção foram detectadas alterações nas características sensoriais a partir do 8º e 9º mês de armazenamento, respectivamente. No entanto, as amostras a -18°C, não foi verificado alteração durante 10 meses de armazenamento.

A oxidação lipídica apresentou comportamento semelhante para as amostras armazenadas a 4°C no 8º dia, quando comparada as acondicionadas -6 e -12°C no 10º mês, com valores de TBARS na faixa de 0,517 a 0,674 mg de malonaldeído/kg. As amostras armazenadas a -18°C no 10º mês, os valores de TBARS foram inferiores (0,298 mg de malonaldeído/kg) e não sendo detectadas alterações nas características organolépticas das amostras assadas pela equipe de provadores. Em relação a oxidação protéica, somente as amostras armazenadas a -18°C não diferiram em relação ao padrão (0 dia), com valores de 6,03 nmol de carbonil por mg de proteína e a maior oxidação foi verificadas -6°C (23,23 nmol de carbonil/mg de proteína), ambos armazenadas por 12 meses.

Em relação avaliação microbiológica das amostras resfriadas, pode-se observar que houve um crescimento acentuado de psicrotróficos, indicando que o processo de resfriamento a 4°C não se mostra eficiente para o controle deste tipo de micro-organismo. Já em relação as amostras congeladas, para a temperatura de -6°C, após um longo período de acondicionamento (12 meses) houve uma elevação de número de psicrotróficos (6,9 Log UFC/g), fato que não foi observado nas amostras armazenadas a -12 e -18°C.

Verificando as análises físico-químicas e microbiológica realizadas, o produto apresentou aspectos favoráveis para o armazenamento a temperatura

de -6°C por um período de 9 meses, e a -12°C um armazenamento de 12 meses e após esse período observou-se que a temperatura de -18°C ofereceu melhor condição para obter um produto de qualidade aceitável dentro dos padrões físico-químicos e microbiológicos.

5.2. Sugestões

Como sugestões para trabalhos futuros:

- *Análises físico-químicas, sensoriais e microbiológicas do produto, em um período maior (24 meses).*
- *Verificações físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de outras partes de frango e de outros tipos de carnes para verificar se tem o mesmo perfil.*
- *Realizar análises de oxidação protéica, durante o período de armazenamento, para acompanhar o perfil mensal dessa mudança.*
- *Utilização de algum antioxidante (natural ou sintético) para minimizar a oxidação lipídica e o desenvolvimento microbiano.*
- *Testar outros tipos de embalagens e polímeros para verificar o seu comportamento durante o armazenamento.*
- *Testar outras temperaturas resfriadas e congeladas para verificar a diferenciação que as mesmas apresentam para o produto durante o armazenamento.*

6. REFERÊNCIAS

ABEF. **Consumo mundial da carne de frango.** Disponível em: http://www.abef.com.br/noticias_portal. Acessado em 09/05/2010, as 11:02hs.

ADAMS, M. R.; MOSS, M.O. **Microbiologia de los Alimentos.** España: Acribia, p.464, 1997.

ADDIS, P.B.; CSALLANY, A.S.; KINDOM, S.E. **Some lipid oxidation products as xenobiotics.** In *Xenobiotics in Foods and Feeds*. ACS Symposium Series. Edited by J.W. Finley & D.E. Schwass. American Chemical Society - Washington D.C., v. 234 p.85, 1983.

ADDIS, P.B. Occurrence of lipid oxidation products in foods. **Food and Chemical Toxicology**, v. 24, p.1021, 1986.

AGUIAR, P. S. de; ORTEGA, E. M. M.; CASTILHO, C. J. C. **Aplicação da análise de correspondência na avaliação da qualidade de cortes de frango.** 49ª Reunião da RBRAS - Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Matemática – Uberlândia, MG - 27 e 28 de Maio de 2004.

AHMAD, S.; SRIVASTAVA, P. K. Quality and shelf life evaluation of fermented suasages of buffalo meat with different levels of heart and fat. **Meat Science**, v. 75, p. 603-603, 2007.

ANDRADE, É. C. B. de; BARROS, A. M.; MELLO, V. de S. M.; TAKASE, I. Avaliação do teor de cobre e zinco em carnes cruas, processadas termicamente, resfriadas e congeladas no período de um mês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, setembro de 2004.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15th ed. Arlington: AOAC, 1298 p, 1990.

AUBOURG, S. P. Recent advances in assessment of marine lipid oxidation by fluorescence. Review. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v. 76, p. 409-419, 1999.

AVICULTURA INDUSTRIAL. Produção global de carne de aves (Redação: 30/08/2006). Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?> Acesso em: 23 jan. 2008.

AVISITE – **Estatísticas e Preços.** Disponível em: <http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=exportacao>, acessado em 09/05/2010, as 11:51hs.

BARBUT, S. **Poultry products processing: an industry guide.** Boca Raton: CRC Press, 548 p, 2002.

BELITZ, H.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2ª Ed. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A., 1992.

BERRI, C.; WACRENIER, N. MILLET, N. *Effect of selection for improved body composition on muscle and meat characteristics of broiler from experimental and commercial lines*. **Poultry Science**, v. 80, p. 833-838, 2001.

BÖHLEN, P.; STEIN., S.; DAIRMAN, W.; UDENFRIEN. D. S. *Fluorometric assay of protein in the nanogram range*. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 155, p. 213-220, 1973.

BRADFORD, M. M. *A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding*. **Anal Biochem**. v. 72, p. 248-254, 1976.

CANAL RURAL - **Mercado mundial de carne crescerá 30% em 20 anos, diz analista**. Disponível em: <http://www.canalrural.com.br/canalrural>. Acessado em 09/05/2010, as 11:14hs.

CARVALHO, A. C. F. B.; CORTEZ, A. L. L.; SALOTTI, B. M.; BÜRGER, K. P.; VIDAL-MARTINS, A. M. C. *Presença de microrganismos mesófilos, psicrotróficos e coliformes em diferentes amostras de produtos avícolas*. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.72, n.3, p.303-307, julho a setembro de 2005.

CASTERA-ROSSIGNOL, A.; BOSQUE, F. **OCL**, n° 1, pg 131, 1994.

CHIU, M. C.; GIORELLI, L. A.; GRIMALDI, R. *Lipídios estruturados obtidos a partir da mistura de gordura de frango, sua estearina e triacilgliceróis de cadeia média. I – Composição em ácidos graxos e em triacilgliceróis*. **Química Nova**, v. 31, n. 2, p. 232-237, 2008.

CHOULIARA, E.; KARATAPANIS. A.; SAVVAIDIS. I. N.; KONTOMINAS, M. G. **Combined effect of orégano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extending of fresh chicken breast meat, stored at 4°C**. *Laboratory of Food Chemistry and Food Microbiology, Department of Chemistry, University of Ioannina, Ioannina 45110, Greece, Jul. 2006.*

CHOULIARA, I., SAVVAIDIS, I., RIGANAKOS, K., KONTOMINAS, M.G. *Shelf-life extension of vacuum-packaged sea bream (*Sparus aurata*) fillets by combined g-irradiation and refrigeration: microbiological, chemical and sensory changes*. **Journal of the Science of Food and Agriculture** 85, p. 779–784, 2005.

CONCEIÇÃO, F. V. E. da; GONÇALVES, É. C. B. de A. *Qualidade físico-química de mortadelas e carnes moídas e conhecimento dos consumidores na conservação destes produtos*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(2), p. 283-290, abril a junho de 2009.

DAVIES, A.; BOARD, R. **The microbiology of meat and poultry**. London: Blackie Academic & Professional, p. 346, 1998.

DOMINGUEZ, S. A.; SCHAFFNER, D. W. **International Journal of Food Microbiology**, v. 120, p. 287–295, 2007.

ENEROTH, A.; CHRISTIANSSON, A.; BRENDEHAUG, J.; MOLIN, G. Critical contamination sides in the production live of pasteurized milk with reference to the psychrotrophic spoilage flora. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 829-834, 1998.

FAO. **Databases: Food Balance Sheets**. Disponível em <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 14 dezembro de 2007.

FAGUNDES, C. M. **Identificação de Pseudomonas fluorescens, P. fragi, P. aeruginosa e P. putida no leite bovino em propriedades leiteiras com manejos higiênicos distintos**. 80 p. Tese (Doutorado, Zootecnia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 182 p., 2005.

FRANKEL, E. N.; **Trends Food Sci. & Technol.** n° 4, pg 220, 1993.

GALARZ, L. A. **Estimativa da vida útil em peito de frango em diferentes temperaturas de armazenamento**. Dissertação de mestrado. Orientador: Carlos Prentice-Hernández. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande/RS, 2008.

GALVIN, K.; MORRISSEY, P.A.; BUCKLEY, D.J. Influence of dietary vitamin E and oxidized sunflower oil on the storage stability of cooked chicken muscle. **British Poultry Science**, v.38, p. 499-501, 1997.

GARDNER, H. W. Lipid hydroperoxide reactivity with proteins and amino acids: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 27, p. 220-229, 1979.

GATELLIER, P.; GOMEZ, S.; GIGAUD, V.; BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E.L.; SANTE´- LHOUTELLIER, V. Use of a fluorescence front face technique for measurement of lipid oxidation during refrigerated storage of chicken meat. **Meat Science**, v. 76, n. 3, p. 543-547, 2007.

GIL, C. O.; NEWTON, K. G. Growth of bacteria on meat at room temperatures. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 49, p. 315-323, 1980.

GILL, C. O. Microbiological contamination of meat during slaughter and butchering of cattle, sheep and pigs. In: DAVIES, A.; BOARD, R. **The Microbiology of Meat and Poultry**. London: Blackie Academic and Professional, p.118-157, 1998.

GONÇALVES, P.M.R. Toxinfecções alimentares: uma revisão. **Higiene Alimentar**, v.12, n.53, p.38-44, 1998.

GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A.C.; CODONY, R. Oxidative Stability of Dark Chicken Meat Through Frozen Storage: Influence of

Dietary Fat and α - Tocopherol and Ascorbic Acid Supplementation. **Poultry Science**, v. 80, n. 11, p. 1630- 1642, 2001.

GRAY, I.J. Measurement of lipid oxidation. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, 55: p.39, 1978.

HAYES, P. R. **Microbiología e higiene de los alimentos**. Zaragoza: Editora Acribia S. A., p.36., 1993.

HOAC, T.; DAUN, C.; TRAFIKOWSKA, U.; ZACKRISSON, J.; AKESSON, B. Influence of heat treatment on lipid oxidation and glutathione peroxidase activity in chicken and duck meat. *Biomedical Nutrition, Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Sweden. Innovative Food Science and Emerging Technologies 7* (2006) p.88–93, 2005.

HOFFMAN, F.L.; GARCIA-CRUZ, C.H.; VENTURIM, T. M. Estudo higiênico sanitário de frangos comercializados na cidade de São José do Rio Preto-SP. **Higiene Alimentar**, v.9, n.35, p.31-33, 1995.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). **Microorganisms in foods: their significance and methods of enumeration**. Toronto: University of Toronto, 1978.

INTERNACIONAL DAIRY FEDERATION. **Journal of Dairy Research**., v. 46, p.161 - 409, 1997.

JAY, J. M. Indicators of food microbiological quality and safety. **Modern food microbiology**. 6.ed. Maryland: Aspen Publication, p.387-407, 2000.

JAY, J. M. **Microbiologia de alimentos**. Trad. TONDO, E.C. et al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JAYAS, D.S.; JEYAMKONDAN, S. Modified atmosphere storage of grains, meats, fruits and vegetables. **Biosystems Engineering**, Amsterdam, v.82, n.3, p.235-251, 2002.

KAREL, M.; SCHAICH, K.; ROY, R. B. Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 23, p. 159-163, 1975.

KIKUGAWA, K.; KATO, T.; HAYASAKA, A. Formation of dityrosine and other fluorescent amino acids by reaction of amino acids with lipid hydroperoxides. **Lipids**, v. 26, p. 922-929, 1991.

KOMIYAMA, C. M.; MENDES, A. A.; TAKAHASHI, S. E.; MOREIRA, J.; BORBA, H. B. A.; LEONEL, F. R.; ROÇA, R. de O.; ALMEIDA, I. C. L. P.; NETO, A. B. Características qualitativas de produtos elaborados com carne de frango pálida e normal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(1): p. 38-45, janeiro a março de 2009.

LEITE, A. M. O.; FRANCO, R. M. . Coliformes totais e *Escherichia coli* em coxas de frango comercializados no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, p. 80-83, 2007.

LEONE, F. R. **Irradiação e qualidade da carne de frango congelada e embalada a vácuo**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Orientador: Hirasilva Borba Alves de Souza. Jaboticabal/SP, 2008.

LEVINE, R. L.; REZNICK, A. Z.; PACKER, L. Oxidative damage to proteins: Spectrophotometric method for carbonyl assay. **Methods in Enzymology**, v. 186, p. 357–363, 1990.

LOBO, M.U.; U GALDE, M.G.; FRIES, L.L.; KUBOTA, E.H. Avaliação microbiológica de salames comercializados no Município de Santa Maria-RS. **Higiene Alimentar**, v15, n.88, p.57-61, 2001.

LOPES, M.; GALHARDO, J. A.; OLIVEIRA, J. T.; TAMANINI, R.; SANCHES, S. F.; MULLER, E. E. Pesquisa de *Salmonella* spp. e microrganismos indicadores em carcaças de frango e água de tanques de pré-resfriamento em abatedouro de aves. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 465-476, julho a setembro de 2007.

MAGGIONI, D.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; ZAWADZKI, F.; ITO, R. H.; PRADO, I. N. Fatores que afetam a estabilidade da carne. **Revista Nacional da carne**. N 374, v.32, pg.73-77, abril de 2008.

MARIUTTI, L. R. B. **Efeito da adição de sálvia e alho na oxidação lipídica em carnes de frango**. Orientadora: Neura Bragagnolo. Tese de Doutorado – UNICAMP, Campinas/SP. Março de 2009.

MAY, K. M., IRBY, J. D., CARMON, J. L. Shelf life and bacterial counts of excised poultry tissue. **Food Technology**, v. 16, p. 66-68, 1961.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; ANDRIGHETTO, C.; PELICIA, K. Carne de ave separada mecanicamente. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET**®, ISSN 1695-7504, v.7, n. 04, Abril de 2006, Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040406.html>>. Acesso em: 11 de setembro de 2006.

MOREIRA, J.; MENDES, A.A.; GARCIA, E.A. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1663-1673, 2003.

MORETTO, Eliane. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1998.

MUKAI, F.H.; GOLDSTEIN, D.B. Mutagenicity of malonaldehyde, a decomposition product of peroxidized polyunsaturated fatty acids. **Science**, New York, 191: p.868, 1976.

MÜRMAN, L.; DILKIN, P.; KOWALSKI, C. H.; ALMEIDA, C. A.; MALLMANN, C. A. Temperaturas de conservadores a frio em estabelecimentos que comercializam alimentos na cidade de Santa Maria/RS. **Revista Higiene Alimentar**, 2003.

NURMI, E.; RING, C. Production of hygienically justifiable mechanically recovered meat. **Fleischwirtschaft International**, Frankfurt, v. 2, n. 1, p. 21-22, January April of 1999.

OETTERER, Marília. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006.

OLIVEIRA, C. P. M. S. Estresse oxidativo. **Revista de Nutrição e Saúde - Radicais Livres**. Jul/Ago-1999.

OLIVIO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes no caminho da pesquisa**. Cocal do Sul: IMprint, p.155, 2001.

ORDÓÑEZ-PEREDA, J. A., RODRÍGUEZ, M. I. C., ÁLVAREZ, L. F., SANZ, M. L. G., MINGUILLÓN, G. D. G. F., PERALES, L. H., CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal**, v. 2. Trad. MURAD, F. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OTEMBRA, M.M.; DIKEMAN, M.E.; BOYLE, E.A.E. Refrigerated shelf life of vacuum-packaged, previously frozen ostrich meat. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 279-283, July de 1999.

PEARSON, A.M.; GRAY, I.J.; WOLZAK, A.M.; HORENSTEIN, N.A. Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. **Food Technology**, 37: p. 121, 1983.

PEREIRA, A. V.; ROMANELLI, P. F.; SCRIBONI, A. B.; BARBOZA, S. R. Estudo de estabilidade sob armazenamento da carne de ema. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, vol. 26, no.2, p.283-289. Abril a Junho de 2006.

PEREIRA, M. G. **Aplicação de antioxidantes naturais em carne mecanicamente separada (CMS) de ave**. Dissertação de mestrado. Orientador: Nelcindo Nascimento Terra. Santa Maria/RS, 2009.

PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas e armazenados sob congelamento**. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Orientadora: Marisa A. B. Regitano d’Arce. Piracicaba/SP, 2005.

POLLOK, K.D. et al. Quality of ostrich steaks as affected by vacuum-package storage, retail display and differences in animal feeding regimen. **American Ostrich**, p. 46-52, April de 1997.

QIAO, M.; FLETCHER, D.L.; SMITH, D.P. The effect of broiler meat color on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. **Poultry Science**, v. 80, p. 676- 680, 2001.

RIBEIRO, Eliana Paula. **Química de alimentos**. 2ª Edição – São Paulo: Edgard Blüsher: 2007.

SANTOS, A. L. dos; SAKOMURA, N. K., FREITAS, E. R.; FORTES, C. M. L. S.; CARILHO, E. N. V. M.; FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5, p.1589 – 1598, 2005.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Boletim Técnico - PIE-UFES:02107: Processamento da Carne de Frango**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 15/10/2007.

SENER, S. D.; ARNOLD, J. W.; CHEW, V. APC values and volatile compounds formed in commercially processed, raw chicken parts during storage at 4 and 13°C and under simulated temperature abuse conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1559–1564, 2000.

SHAMBERGER, R.J., ANDREONE, T.L.; WILLIS, C.E. Antioxidants and cancer. IV. Malonaldehyde has imitating as a carcinogenic. **Journal of the National Cancer Institute**, v.53, p.1771, 1974.

SHERWIN, E. R.; **J. Am. Oil Chem. Soc.** n° 55, pg 809,1978.

SHIRAHIGUE, L. D. **Caracterização química de extratos de semente e casca de uva e seus efeitos antioxidantes sob a carne de frango processada e armazenada sob refrigeração**. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Orientadora: Carmem J. C. Castillo. Piracicaba/SP, 2008.

SILVA, M. L. **Efeito de dois métodos de cocção – água e vapor – nos parâmetros de qualidade do músculo semitendinosus**. Piracicaba, Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, p.102,. 2004.

SIMS, R. J.; FIORITI, J. A. **In CRC Handbook of Food Additives**. 2nd edition, vol. II ; Furia T. E., Ed.; CRC Press Inc., p.13, 1980.

SMOLANDER, M.; ALAKOMI, H-L.; VAINIONPÄÄ, T. R. J.; AHVENAINEN, R. Monitoring of the quality of modified atmosphere packaged broiler chicken cuts stored in different temperature conditions. A. Time–temperature indicators as qualityindicating tools. **Food Control**, v. 15, p. 217–229, 2004.

SORENSEN, G.; JORGENSEN, S. S. A critical examination of some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) teste for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, New York, v. 02, n. 3, p. 205-210, 1996.

SORHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 8, p. 35-41, 1997.

SOUZA, A. R. M. de; ARTHUR V.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. *Influência da radiação gama e de diferentes dietas na qualidade da carne de cordeiros Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, p.709-715, outubro a dezembro de 2009.*

SOYER, A.; ÖZALP, B.; DALMIS Ü.; BILGIN, V. **Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat.** Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ankara University, Dis_kapı, 06110 Ankara, Turkey Food Chemistry v.120 p.1025–1030, 2010.

SWANSON, K. M. J.; BUSTA, F. F.; PETERSON, E. H.; JOHNSON, M. G. Colony count methods. In: VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3 ed. Washington: American Public Health Association. Chap. 9, p.75-95. 1992.

TERRA, N. N.; BRUM, A. R. M, **Carne e seus derivados.** Técnicas de Controle de Qualidade, p.120, 1998.

TORRES, E. A. F. S.; RIMOLI C.D.; OLIVO R.; HATANO M.K.; SHIMOKOMAKI M. Papel do sal iodado na oxidação lipídica em hambúrgueres bovino e suíno (misto) ou de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.18 no.1 Campinas. Janeiro a abril de 1998.

TRAMONTO ALIMENTOS, 2010. **Produtos: coxa e sobrecoxa de frango.** Disponível em: http://www.tramontoalimentos.com.br/produtos_fotos1.html, acessado em 09/05/2010 as 15:32hs.

TRIPOD, 2010. **Microrganismos psicrófilos e psicrotróficos.** Disponível em: http://prokariotae.tripod.com/psicrofilos_psicrotroficos_mesofilos_termofilos.htm acessado em 09/05/2010, as 20:27hs.

UBA – UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório anual 2006/2007.**

Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em 02 jan. 2008

UBA FRANGOS. Disponível em: http://www.uba.org.br/site3/tipos_de_frango.php, acessado em 09/05/2010, as 14:42hs.

URAZ, G.; CITAK, S. The isolation of *Pseudomonas* and other gram-negative psychrotrophic bacteria in raw milks. **Journal Basic of Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 129-134, 1998.

VARNAN, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Carne y productos cárneos: tecnologia, química y microbiología.** Zaragoza: Acribia, p.423, 1998.

VIACAVAL, C. **Consumo de carne cai e SIC convoca à reação.** Disponível em: http://www.sic.org.br/releases_consumo_carne.asp, acessado em 07/07/2010 as 15:40hs.

VIEIRA, C.R.N. & TEIXEIRA, C.G. Condições higiênico-sanitárias de carcaças resfriadas de frango comercializadas em Poços de Caldas-MG. **Higiene Alimentar**, v.11, n.48, p.36-40, 1997.

ZAPATA, J. F. F.; ANDRADE, A. A.de; ASSUNÇÃO, G. B.; ABREU, V. K. G.; BARETO, S. C. S.; FUENTES, M. de F. F.; FREITAS, E. R.; GARUTI, D. dos S. Avaliação Preliminar do Armazenamento em Congelamento sobre a Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Dois Tipos Genéticos. **Braz. J. Food Technology**, v.9, n.3, p. 185-191, julho de setembro de 2006.