

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA  
CURSO ZOOTECNIA

**FATORES PÓS-ABATE QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DA  
CARNE DE FRANGO**

Acadêmica: Larissa Gonçalves de Miranda

Orientador: Prof. Dr. Otávio Cordeiro de Almeida

Goiânia – Goiás

2022



LARISSA GONÇALVES DE MIRANDA



## **FATORES PÓS-ABATE QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Otávio Cordeiro de Almeida

Goiânia – Goiás

2022

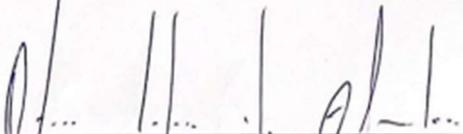


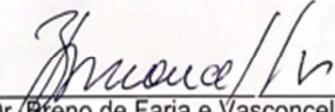
LARISSA GONÇALVES DE MIRANDA

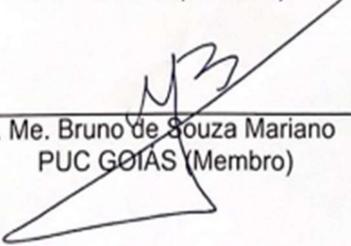


## FATORES PÓS-ABATE QUE INTERFEREM NA QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca avaliadora 15/06/22 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia. Conceito final obtido pela aluna: Larissa Gonçalves de Miranda.

  
Prof. Dr. Otávio Cordeiro de Almeida  
PUC GOIÁS (Orientador)

  
Prof. Dr. Breno de Faria e Vasconcellos  
PUC GOIÁS (Membro)

  
Prof. Me. Bruno de Souza Mariano  
PUC GOIÁS (Membro)

Goiânia – Goiás

2022

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me sustentado durante todo esse processo para conseguir chegar até aqui, foi Ele quem me sustentou nos meus momentos mais difíceis, que colheu as muitas lágrimas derramadas e que também me proporcionou momentos de alegria.

Agradeço também a minha família, em especial à minha mãe, irmã e pai que sempre me apoiaram durante o curso. Aos meus amigos, que sempre estiveram comigo, que suportaram até os meus dias mais insuportáveis, com certeza não conseguiria sem eles. Em especial aos meus amigos de classe, Nathaza Yohana, Mariana Arantes e Eduardo Abadia, que compartilharam comigo as dificuldades da vida acadêmica e que sempre me ajudaram a não desistir.

Aos meus professores, que tem parte essencial na minha formação, que me moldaram como profissional, que me ajudaram a amar ainda mais os animais e acima de tudo, cuidar e respeitá-los assim como deve ser.

Um agradecimento especial ao professor Marco Aurélio Pessoa, que me apresentou os caminhos da pesquisa científica, que sempre foi muito paciente, atencioso e dedicado em ensinar.

Ao professor Otávio também sou grata, por se dedicar em me auxiliar na produção deste trabalho e pacientemente transmitir seus conhecimentos, sem a sua ajuda não conseguiria chegar até aqui.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE ABREVIATURAS .....	vii
RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Parâmetros e perspectiva na produção de frango de corte no Brasil.....	3
2.2 Características e composição da carne de frango.....	8
2.3 Padrões da qualidade da carne de frango.....	12
2.4 Fatores <i>post-mortem</i> que influenciam na qualidade da carne de frango.....	14
2.4.1 Transformação do músculo em carne e <i>rigor mortis</i> .....	15
2.4.2 Estimulação elétrica .....	18
2.4.3 Velocidade de resfriamento e congelamento .....	20
2.4.4 Carnes PSE e DFD.....	23
2.5 Conservação do produto no varejo.....	31
2.6 Legislação sanitária na indústria frigorífica.....	31
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exportação   mil toneladas   2021   Top 10 países .....	4
Figura 2 – Frango, milho e farelo de soja   Evolução relativa de preços   Janeiro de 2020 a maio de 2022   Média de 2019 = 100 .....	6
Figura 3 – Etapa de resfriamento utilizando o equipamento chiller por imersão em água de um abatedouro comercial .....	22
Figura 4 – Associação entre pH e coloração do peito de frango .....	24
Figura 5 – Temperatura, Resposta à Degradação e desenvolvimento de toxinas por microrganismos com disposição no cultivo de alimentos .....	29

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 – Produção Brasileira de Carne de frango .....	4
TABELA 2 – Principais destinos das exportações brasileiras de carne de frango (ton) .....	5
TABELA 3 – Comparativo de produção, exportação, disponibilidade e consumo per-capita e da carne de frango .....	6
TABELA 4 – Cortes cárneos de aves, bovinos e suínos .....	8
TABELA 5 – Informação nutricional de frango inteiro resfriado (com cabeça, pés, fígado e moela) .....	9

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABPA** Associação Brasileira de Proteína Animal
- ADP** Difosfato de Adenosina
- ANVISA** Agência Nacional da Vigilância Sanitária
- ARESP** Associação da Restauração e Similares de Portugal
- ATP** Adenosina Trifosfato
- CAC** Comissão do Codex Alimentarius
- CP** Creatina Fosfato
- CRA** Capacidade de Retenção de Água
- DFD** Dark, Firm and Dry
- EMBRAPA** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- FAO** Organização das Nações Unidas
- IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- MAPA** Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
- NADH** Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo
- OMS** Organização Mundial da Saúde
- PCCs** Pontos Críticos de Controle
- PIB** Produto Interno Bruto
- pH** Potencial Hidrogeniônico
- PPC** Ponto Crítico de Controle
- PSE** Pale, Soft and Excudative
- UTFPR** Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- USDA** United States Department of Agriculture

## RESUMO

A atividade avícola no Brasil é responsável por gerar enormes receitas, contribuindo diretamente para a economia e melhorando os indicadores sociais do país, ocupando primeiro lugar nas exportações e terceiro lugar na produção. No entanto, esta cadeia tem uma margem de lucro estreita e uma suscetibilidade sanitária que implicam em grandes perdas de produtos. A obtenção de uma carne de qualidade se tornou uma busca constante na avicultura, visto que a qualidade da carcaça e da carne está em grande demanda graças a uma série de mudanças no consumo. Devido à maior exigência de qualidade na carne de frango resfriado, ao mesmo tempo em que busca bons resultados econômicos da indústria agroalimentar no país e no exterior, ainda há um número limitado de pesquisas sobre o uso do padrão de temperatura para o resfriamento da carne de frango, sem prejuízo das características de boa qualidade deste produto e seus derivados. Dentre os fatores que interferem na qualidade da carne, estão: Transformação do músculo em carne e *rigor mortis*; Estimulação elétrica; Velocidade de resfriamento e congelamento e Carnes PSE e DFD.

**Palavras-chave:** Aves, Cor, Músculo, pH, *Rigor mortis*.

## **ABSTRACT**

Poultry activity in Brazil is responsible for generating huge revenues, contributing directly to the economy, and improving the country's social indicators, occupying first place in exports and third place in production. However, this chain has a narrow profit margin and sanitary susceptibility that imply large losses of products. Obtaining quality meat has become a constant search in poultry farming, since the quality of carcass and meat is in great demand thanks to a series of changes in consumption. Due to the higher quality demand in chilled chicken meat, while seeking good economic results from the agri-food industry at home and abroad, there is still a limited number of research on the use of the temperature standard for cooling chicken meat, without prejudice to the good quality characteristics of this product and its derivatives. Among the factors that interfere with meat quality are: Transformation of muscle into meat and rigor mortis; Electrical stimulation; Cooling and freezing speed and meat PSE and DFD.

**Keywords:** Birds, Color, muscle, pH, *Rigor mortis*

## 1. INTRODUÇÃO

A carne de frango é considerada mais econômica para os produtores e de baixo custo para os consumidores se comparada a outras proteínas animal. Os frangos podem ser criados utilizando pouco espaço, além do fato de que fazem pouco consumo de alimentos, sendo água e ração a base de grãos e o seu abate é feito em um curto período (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Além do custo/benefício desta proteína, a qualidade da mesma aumentou sua procura, já que os consumidores buscam por um produto mais barato e com qualidade. Este fator está relacionado com a sua produção, pela maneira com que os animais são alimentados, criados e abatidos, entretanto quando ocorrem de forma ineficiente, podem interferir na qualidade do produto final (CARVALHO *et al.*, 2013).

No ano de 2021, de acordo com a ABPA, o Brasil foi o maior produtor de carne de frango com 14.329 milhões de toneladas produzidas. Ainda segundo o mesmo relatório, 67,83% da carne de frango brasileira foi destinada ao mercado interno e 32,17% tiveram como destino o mercado externo. No abate o estado de Goiás, ocupou posição de grande destaque, representando 8,27% do total de aves abatidas no país, quinto colocado entre os estados no ranking nacional (ABPA, 2022).

Quando se trata de consumo de alimentos, o consumidor tende a ser muito exigente quanto a qualidade do produto. Desta forma, a qualidade da carcaça e da carne de frango é altamente exigida, devido a uma série de mudanças no hábito de consumo, como cortes e produtos desossados de carne que estão sendo mais procurados para o processamento e crescimento do consumo de produtos de preparo rápido, o que facilita a vida do consumidor (MULLER *et al.*, 2013).

O consumidor tende a escolher seus produtos com base em sua aparência, sendo um dos parâmetros mais avaliados pelo consumidor na hora da compra ou não do produto, é o aspecto da cor da carne. Portanto se faz muito importante priorizar pelo bem-estar da ave, a fim de evitar que a mesma passe por situações de estresse antes e durante o abate, com o intuito de se evitar o aparecimento de carnes PSE e DFD, que estão relacionados principalmente à mudança na cor da carne.

Apesar de existir estudos relacionados à qualidade da carne de aves, é necessário lidar com os fatores pós abate e os efeitos do armazenamento para as

características da carne. Nesse sentido, é importante conhecer a composição funcional, sensorial da carne de frangos de crescimento lento, e compará-los com os da carne de variedades comerciais de crescimento rápido (ZAPATA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2006).

O objetivo geral desta revisão de literatura é discutir sobre os fatores pós-abate que influenciam direta ou indiretamente na qualidade da carne de frango.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Parâmetros e perspectiva na produção de frango de corte no Brasil

A exigência por alimentos de qualidade tem se tornado cada vez mais presente na sociedade atual, que busca por uma alimentação mais saudável, que seja economicamente viável a sua aquisição e que seja de fácil preparo – a carne de frango é bastante versátil. O consumo *per capita* em 2020 atingiu a marca de 45,27 kg/habitante/ano, um aumento de 2,43 kg/habitante em relação ao ano anterior (ABPA, 2021).

A avicultura de corte representa um dos grandes pilares na economia do Brasil. De acordo com dados da ABPA 2021, a produção brasileira da carne de frango em 2020 foi de 13.845 milhões de toneladas, sendo o ano de 2020 o maior produtor desta proteína animal, e se comparado ao ano de 2010, houve aumento de 1.615 milhões de toneladas produzidas desta proteína. No Brasil a avicultura representa 1,5% do PIB, gerando 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos, sendo que há aproximadamente 400 mil empregados somente nas plantas frigoríficas, demonstrando que é um mercado em constante expansão (COUTO *et al.*, 2018).

Segundo dados da USDA (2022), o Brasil assumiu em 2004 a posição de terceiro maior produtor de carne de frango, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China, primeiro e segundo lugar respectivamente, e em 2016 assumiu a posição de segundo lugar com produção de 13.523 milhões de toneladas. Uma observação importante a ser feita é que, em 2019 o Brasil caiu para terceira posição, mas a previsão é que assumo o segundo lugar novamente em 2022.

Na TABELA 1 é possível observar o desempenho da produção da carne de frango desde o ano de 2010 até o ano de 2020.

TABELA 1 – Produção Brasileira de Carne de Frango

Produção Brasileira de Carne de Frango (milhões de ton)	
2010	12.230
2011	13.058
2012	12.645
2013	12.309
2014	12.691
2015	13.140
2016	12.900
2017	13.050
2018	12.855
2019	13.245
2020	13.845

FONTE: ABPA (2021).

Além de ocupar uma posição favorável na produção desta proteína animal, o Brasil também está entre os maiores exportadores da carne de frango, ocupando desde 2004 o primeiro lugar na exportação deste produto, mantendo-se até 2021 nesta posição e a previsão para 2022 é que continue ocupando este lugar de destaque (USDA, 2022). A FIGURA 1 a seguir mostra um comparativo de exportação em um ranking de 10 países na ordem de maior exportador para o menor exportador (EMBRAPA, 2022).

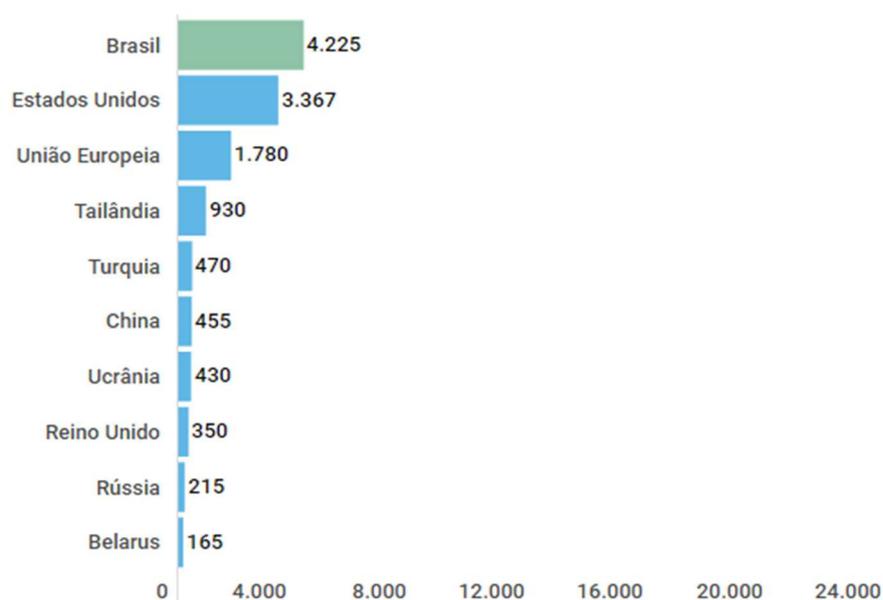


FIGURA 1: Exportação | mil toneladas | 2021 | Top 10 países  
 FONTE ADAPTADO: EMBRAPA Suínos e Aves (2022)

Na TABELA 2, está a relação dos principais destinos das exportações brasileiras da carne de frango, em 2020 e 2021.

TABELA 2: Principais destinos das exportações brasileiras de carne de frango (ton)

Ranking	Destino	TOTAL			
		2020	2021	Part. (%)	Var. (%)
1°	China	673.215	640.470	14,33	(4,86)
2°	Japão	410.543	448.936	10,04	9,35
3°	Emirados Árabes Unidos	303.022	389.500	8,71	28,54
4°	Arábia Saudita	467.546	353.584	7,91	(24,37)
5°	África do Sul	261.951	297.038	6,64	13,39
6°	União Europeia (27)	170.696	193.280	4,32	13,23
7°	Filipinas	59.878	168.186	3,76	180,88
8°	Coreia do Sul	127.460	113.852	2,55	(10,68)
9°	Iêmen	112.420	111.903	2,5	(0,46)
10°	Rússia	83.907	105.920	2,37	26,24
11°	México	15.915	104.495	2,34	556,6
12°	Singapura	124.206	101.529	2,27	(18,26)
13°	Kuwait	108.897	97.552	2,18	(10,42)
14°	Chile	53.614	96.569	2,16	80,12
15°	Hong Kong	148.455	95.337	2,13	(35,78)

\*Não inclui embutidos

FONTES: RELATÓRIO ANUAL APBA (2022)

De acordo com dados IBGE (2021), foram abatidas um total de 1.540.328.414 cabeças no 4° trimestre de 2021. Já no 1° trimestre de 2022, foram abatidas 1.544.803.208 cabeças de frango, um aumento de 4.474.794 em relação ao último trimestre do ano anterior (IBGE, 2022).

Apesar do aumento do custo de insumos relacionados à alimentação da ave (milho e farelo de soja), as perspectivas de mercado em 2022 são favoráveis. De acordo com dados da USDA (2022), a produção brasileira será elevada para um recorde de 14,8 milhões de toneladas, devido ao aumento na procura para consumo interno, quanto na procura para mercado externo.

Na FIGURA 2 demonstra que, em relação aos valores médios alcançados em 2019, de milho e farelo de soja, com evolução de preços bastante equiparados, chegaram a maio de 2022 negociados por valor mais de 120% superior. Já a valorização obtida pelo frango vivo (e que se reflete da mesma forma sobre o frango abatido) ficou próxima, mas ainda aquém dos 90%.

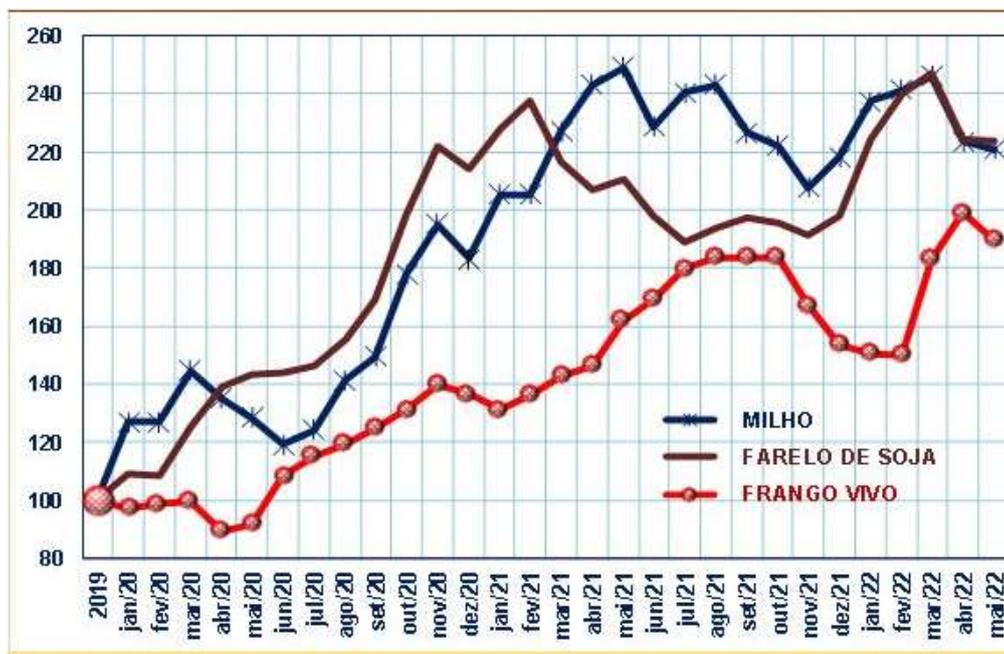


FIGURA 02 – Frango, milho e farelo de soja | evolução relativa de preços  
Janeiro de 2020 a maio de 2022 | Média de 2019 = 100  
FONTE: AviSite – O portal da avicultura (2021)

De acordo com a ABPA (2021), as projeções para consumo *per capita* em 2022, é que alcance 48 kg/habitante/ano, número 4% maior que o esperado em 2021 (46 kg/habitante/ano).

Na TABELA 3 será apresentado um comparativo de produção, exportação, disponibilidade e consumo *per capita* da carne de frango nos anos de 2020, 2021 e uma perspectiva de produção para o ano de 2022 no Brasil.

TABELA 3 – Comparativo de produção, exportação, disponibilidade e consumo *per capita* da carne de frango

	PROJEÇÕES DE CARNE DE FRANGO				
	2020	2021	2022	var. 21/20 (%)	var. 22/21 (%)
Produção (milhões ton)	13.845	14.300 - 14.350	14.700 - 14.900	até 3,5%	até 4,0%
Exportação (milhões ton)	4.231	4.530 - 4.580	4.650 - 4.750	até 8,0 %	até 5,0%
Disponibilidade (milhões ton)	9.614	9.720 - 9.820	9.950 - 10.250	até 2,0%	até 5,5%
Consumo <i>Per Capita</i> (kg)	45,27	até 46	até 48	até 2,0%	até 4,0%

FONTE: ABPA (2022).

O aumento no consumo da carne de frango em 2022 deverá, ainda, sofrer influência da pandemia da COVID-19, já que a carne bovina, apesar de ser a proteína animal preferida da maioria dos brasileiros, esta cada vez menos acessível à cidadãos de média e baixa renda (NUTRINEWS, 2021). O consumidor brasileiro cada vez mais

opta pela carne de frango, por ser ela a fonte proteica de origem animal mais acessível do mercado. E isso tanto do ponto de vista econômico, quanto da qualidade nutritiva e versatilidade de preparo (COTTA, 2017).

Na TABELA 4 há um comparativo de diferentes cortes cárneos de aves, bovinos e suínos com base em uma tabela de preços fornecida por Carnegel, localizada em Curitiba-PR (CARNEGEL, 2022).

TABELA 4 - Cortes cárneos de aves, bovinos e suínos

TABELA DE PREÇOS		
	CORTES CARNEOS	PREÇO
<b>AVES</b>	Coxa com sobrecoxa	\$ 14,95
	Peito de frango com osso	\$ 19,95
	File de peito	\$ 27,95
	Frango desossado	\$ 39,95
	Coxão mole sem capa	\$ 55,95
<b>BOVINOS</b>	Acém com osso	\$ 32,95
	Contra file sem osso	\$ 64,95
	Músculo sem osso	\$ 44,95
	Costela de porco	\$ 32,95
<b>SUÍNOS</b>	Pernil de porco sem osso	\$ 22,95
	Bacon barriga manta	\$ 45,95
	Linguiça toscana	\$ 25,95

FONTE: CARNEGEL (2022)

Em fevereiro de 2022, as exportações do agronegócio atingiram um patamar nunca atingido antes nos meses de fevereiro, obtendo um valor recorde de US\$ 10.51 bilhões, aumento de 65,8%. A carne de frango desempenhou boa parte no recorde de exportações, tendo uma alta de 26% de vendas em relação à mesma época do ano anterior, tendo como destino principal a China, exportando US\$ 85.58 milhões (MAPA, 2022).

A perspectiva para o Brasil, é que o país continue ocupando a primeira posição em exportação da proteína animal, sendo previsto um alcance de 4,3 milhões de toneladas (USDA, 2022).

## 2.2 Características e composição da carne de frango

A carne de frango é caracterizada pela cor branca, sendo o componente responsável pela sua coloração, a mioglobina. A carne pode obter coloração mais escura em decorrência da maior atividade muscular do animal e maior teor de mioglobina. A cor da carne de frango varia da tonalidade cinza a vermelho-pálido. Outros aspectos como, idade, sexo, espécie, alimentação e habitat podem também interferir na cor da carne (VENTURINI *et. al.*, 2007).

ALVES *et al.* (2016) afirmaram que a carne de frango fornece nutrientes necessários em porções adequadas na dieta humana. As proteínas, lipídios, vitaminas e minerais podem sofrer variações em sua composição. A carne é considerada um alimento saudável, pobre em gorduras, desde que seja consumido sem pele. As gorduras presentes são de boa qualidade, visto que se trata em grande parte de gorduras mono e poli-insaturadas. O peito de frango, que é o pedaço mais magro contém apenas 2% de lipídios (VENTURINI *et al.*, 2007). Na TABELA 5 serão apresentados informações nutricionais de um frango inteiro, resfriado (com cabeça, pés, fígado e moela).

TABELA 5 – Informação nutricional de frango inteiro resfriado (com cabeça, pés, fígado e moela)

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
PORÇÃO DE 100G		
	QUANTIDADE POR PORÇÃO	%V.D.*
VALOR ENERGÉTICO	199 KCAL = 836 KJ	10
CARBOIDRATOS	0	0
PROTEÍNAS	17g	23
GORDURAS TOTAIS	14,5g	26
GORDURAS SATURADAS	4g	18
GORDURAS TRANS	0g	**
FIBRA ALIMENTAR	0g	0
SÓDIO	76mg	3

FONTE: NICOLINI (2022)

(\*) Valores de referência, com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Os valores diários podem ser menores ou maiores, dependendo das necessidades energéticas.

(\*\*) Valor diário de referência não estabelecido.

Os lipídios são macronutrientes energéticos que auxiliam na aceitação sensorial do produto. Contudo, essa mesma porção gordurosa é regularmente relacionada ao risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, devido à presença de colesterol e ácidos graxos saturados (VINCENSI *et al.*, 2017).

A composição química da carne de frango pode variar em relação às proporções de proteína, umidade e gordura. Geralmente, a carne de aves possui de 60% a 80% de água e 15% a 25% de proteína. Já a proporção de lipídeos no músculo das aves é variável, já que sofre influência da composição da dieta, sexo, idade e ambiente de criação dos animais. Os demais componentes da carne de frango

incluem vitaminas, especificamente as do complexo B, e sais minerais, com destaque para o ferro, além de pigmentos (VINCENSI *et al.*, 2017).

As vitaminas do complexo B, principalmente B2 e B12, são indispensáveis já que auxiliam na síntese de energia a partir dos nutrientes ingeridos (CHIZZOLINI *et al.*, 1999).

Quanto maior a idade do animal, menor será a concentração de água na sua carne. Por outro lado, o percentual de gordura dos animais mais velhos tende a ser maior que a dos animais jovens. A alimentação das aves é fator importante na promoção do acúmulo de gordura corporal e deve ser observada. Alimentos com maior concentração energética leva a um maior acúmulo de gordura (ANDRADE, 2016).

Bem como as demais matérias graxas de origem animal ou vegetal, fisiologicamente a fração lipídica de frango é excelente fornecedora de energia e biossíntese, além de ser responsável pelo carreamento de compostos químicos lipossolúveis como ácidos graxos essenciais, vitaminas e hormônios (CENTERANO, 2016).

O teor de gordura vai variar conforme o corte comercial. Sendo que carnes de peito possuem baixo teor de gordura, isso se dá ao fato de haver reduzida necessidade de estocar energia nestes músculos. E se tratando de deposição de gordura subcutânea, na cavidade abdominal e nas sobrecoxas são muito evidenciados, caracterizando regiões importantes de deposição de gordura para reserva de energia necessárias para o isolamento térmico ou auxiliar nas atividades físicas de maior duração (VIEIRA, 2014).

A água é o componente mais abundante nas carnes e de suma importância para dar suculência durante o consumo. Entretanto, a alta concentração de água na carne interfere na sua durabilidade: os alimentos que possuem maiores concentrações de água têm uma durabilidade menor, pois possuem condições favoráveis à multiplicação de microrganismos deteriorantes (ANDRADE, 2016).

A capacidade de retenção de água (CRA) da carne consiste na capacidade de reter o líquido durante a utilização de força ou dos tratamentos externos (SILVA SOBRINHO *et al.*, 2005). Esta característica é importante por estar relacionada ao aspecto da carne antes do cozimento, ao comportamento durante a cocção e à palatabilidade do produto (ALVES *et al.* 2016). De acordo com MORENO, LOUREIRO

e SOUZA (2008), a CRA influencia a aparência da carne antes e durante o cozimento, determinando a suculência no momento do consumo.

Os teores de proteína, gordura, colesterol e água na carne de frango podem sofrer influência do processo de cozimento. A cocção deste alimento causa mudanças desejáveis e indesejáveis na carne. Sendo os efeitos desejáveis as qualidades sensoriais (textura, sabor e maciez) e a pasteurização devida ao calor. Já os efeitos indesejáveis dizem respeito às reduções significativas na matéria seca, nos teores de água da carne, perda de gordura e proteínas que irão formar o caldo de cozimento (COTTA, 2017).

Por possuir características intrínsecas, tais como alta atividade de água, alto valor nutricional e pH próximo à neutralidade, a carne possui um ótimo meio para o desenvolvimento de micro-organismos (SOUZA *et al.*, 2014).

Segundo COTTA (2017), se tratando da composição microbiológica da carne de frango, sabe-se que as aves vivas vivem rodeadas de milhões de bactérias variadas, porém, são poucas as que irão afetar de forma direta a qualidade da carcaça. Entretanto, a carne de frango pode ser contaminada durante o abate, repercutindo diretamente na duração da comercialização e de estocagem de carcaças resfriadas. Podendo ocorrer mesmo que a temperatura de resfriamento esteja muito baixa.

As baixas temperaturas são utilizadas para desacelerar as reações químicas e a atividade das enzimas em produtos cárneos, bem como retardar ou deter a multiplicação e a atividade dos microrganismos nestes alimentos (SOUZA *et al.*, 2014).

Um músculo vivo possui o valor do pH de 7,2. Logo após o abate, a carne se mantém em processo bioquímico, no qual o condutor energético do músculo é transformado em glicogênio láctico através da ação de várias enzimas. O pH da carne de frango reduz devido à formação ácida, onde a carne de peito deve estar com pH final entre 5,7 e 5,9. Caso esteja superior a isto, pode se caracterizar como carne DFD, e se caso a carne se encontre com pH abaixo do desejável, se caracteriza como PSE (VENTURINI *et al.*, 2007).

Os micro-organismos encontrados nas aves podem ser classificados em dois grupos: os patogênicos, que podem causar doenças ao homem, e os não patogênicos, que não causam doenças ao homem, porém muitos deles, podem causar putrefação

nas carcaças resfriadas, causando modificações químicas na carne durante a estocagem (COTTA, 2017).

Dentre os principais micro-organismos patogênicos que desencadeiam a maioria das infecções e toxiinfecções alimentares estão as bactérias: *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli*, *Clostrídio Sulfito Redutor* e *Estafilococos coagulase positivo* (BOULOS e BUNHO, 1999).

A presença de bactérias nos alimentos contribui para a deterioração e/ou redução da vida útil desses produtos, além de possibilitar a transmissão de patógenos, podendo propiciar potenciais riscos à saúde do consumidor. Portanto, a correta higiene dos alimentos é de extrema importância para garantir a segurança e a sua salubridade em todas as fases de sua elaboração até o produto final, diminuindo a preocupação para a saúde pública (CORTEZ, 2003).

### **2.3 Padrões da qualidade da carne de frango**

O produto cárneo é uma matéria-prima de excelente valor nutritivo utilizada na elaboração de diversos produtos alimentícios, como hambúrguer, linguças, empanados, entre outros. Nessa fabricação, é essencial que se utilizem bons produtos – só assim é possível garantir a qualidade do alimento produzido. A carne é uma excelente fonte de proteínas de alto valor biológico, além de ser um dos principais produtos brasileiros de exportação, relevante para a balança comercial nacional (ANDRADE, 2016).

O sucesso de um produto depende da sua aceitabilidade pelo consumidor, e a qualidade é uma das características mais apreciadas. Para análise da qualidade da carne são levadas em consideração critérios objetivos, tais como pH, CRA, maciez, cor da pele e cor da carne (VIEIRA, 2004).

A qualidade da carne de frango é analisada pela sua aparência, textura, suculência, sabor e funcionalidade. Entre estes, os mais importantes tem sido a aparência e a textura sendo os parâmetros que mais interferem na satisfação do consumidor com relação aos produtos de carne de aves (ESSER, 2015).

Quando o consumidor escolhe a carne para levar para casa, a cor do frango *in natura* é uma das características que influenciam na compra. A cor da carne está

ligada à presença de fibras musculares, pigmento de mioglobina e hemoglobina no sangue. Essas duas substâncias são proteínas relacionadas ao ferro que têm potencial de reagir com o oxigênio para alterar a cor da carne (VENTURINI *et al.*, 2007).

Existem vários fatores pré-abate que podem afetar a cor da carcaça, mas no frigorífico os principais são a insensibilização, refrigeração e congelamento. A presença de hemorragias e hematomas podem levar à condenação das carcaças. Estas são causadas principalmente pelo manejo inadequado no pré-abate sendo intensificados por alguns procedimentos durante o próprio processamento (DUARTE *et al.*, 2010).

A textura da carne está estreitamente ligada à quantidade de água intramuscular logo, à CRA da carne, de modo que quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, maior a maciez da carne (MULLER *et al.*, 2013). A água no músculo é retida em sua maior parte intracelularmente e também entre as miofibrilas (OFFER e KNIGHT, 1988).

A maciez é considerada o aspecto mais importante no preparo da carne pelo consumidor. Os fatores que podem afetar a maciez da carne, tanto podem ser fatores *ante-mortem* quanto fatores *post-mortem*. A origem *post-mortem* está relacionada à estimulação elétrica, *rigor mortis*, pH final, velocidade de resfriamento da carcaça, maturação, métodos e temperatura de cocção (DUARTE *et al.*, 2010).

As sensações que caracterizam a percepção da maciez, são ligadas ao tato e ao tensionamento efetuado, principalmente, na cavidade bucal. Ela é também chamada de textura, contribuindo para a decisão do consumidor em aceitar ou recusar aquela carne. A maciez diminui com o aumento da idade da ave (COTTA, 2017).

A avaliação da maciez da carne, pode ser feita através de avaliadores/julgadores em teste de degustação e por equipamentos que mensuram a força de cisalhamento necessária das amostras, como no método Allo-Kramer e Warner-Bratzler (GARCIA *et al.*, 2002).

A força de cisalhamento é a mensuração da maciez da carne, que é o atributo de maior avaliação pelo consumidor. A força de cisalhamento está ligada à resistência das proteínas miofibrilares e do tecido conjuntivo, sendo maior quando o tamanho do sarcômero diminui (JUNQUEIRA, 2003).

O aroma da carne é uma sensação complexa que envolve uma combinação de cheiro, sabor e pH. Por causa de seus aspectos complementares, cheiro e sabor podem se combinar para formar um complexo chamado saboroma, e quando o cheiro é removido, o sabor do alimento muda (EMBRAPA, 1999).

A palatabilidade da carne está associada com o teor de gordura contida, e a pele com sua crocância pós cocção (WOOD *et al.*, 2008). Segundo COTTA (2017), paladar pode ser conceituado como a característica sensorial que envolve o odor (aroma) e o gosto (sabor). O aroma pode ser definido como a sensação olfativa percebida pela via retro nasal ao se degustar um alimento.

## **2.4 Fatores *post-mortem* que influenciam na qualidade da carne de frango**

As alterações *post-mortem* na carne estão relacionadas com irregularidades na gestão *ante-mortem* e/ou abate, o que indica a necessidade de adequar as técnicas e equipamentos de abate e treinar os funcionários para que possam manejar as aves de forma que garanta o bem-estar animal, desde a apanha na granja, transporte e enforcamento, e conseqüentemente reduzindo as perdas na linha de abate (ALMEIDA, 2017).

Dentre os fatores *post-mortem* que influenciam na qualidade da carne de frango, estão: a Transformação do músculo em carne, segundo PARDI *et al.* (2005), o tempo entre o abate até a completa transformação do músculo em carne, que corresponde as etapas de *pré-rigor*, *rigor mortis* e *pós-rigor* são importantes para obtenção de uma carne de qualidade. As transformações bioquímicas e físico-químicas do músculo ocorrida neste período são dependentes dos tratamentos *ante-mortem* do animal, do processo de abate e das técnicas de armazenamento e processamento; O processo de estimulação elétrica, que tem por objetivo evitar o encurtamento das fibras musculares; e por fim, a velocidade de resfriamento e congelamento, que garantem a preservação da qualidade dos produtos cárneos.

Dois fenômenos que podem ser encontrados em carne de aves, são os chamados PSE e DFD, que estão ligados à fatores estressantes proporcionados às aves por períodos curtos, originando a carne PSE ou por períodos longos, originando a carne DFD. A ocorrência de carne DFD em frangos é mais rara, estando muito presente em carnes de bovinos e principalmente na carne de suínos.

No Brasil, as taxas de condenação total e parcial para abate de aves, calculada nos anos de 2006-2011 foi de 5,99%, dos quais 85% corresponderam às manchas parciais e 15% às manchas totais (OLIVEIRA, 2016). A taxa de condenação em relação ao total de abates, segundo um estudo, foi de cerca de 4,37% (ALMEIDA, 2017).

Nas rejeições parciais, as estruturas das carcaças são afetadas e removidas e o restante liberado e enviado para a sala de corte. Por outro lado, a rejeição total é a rejeição de toda a carcaça, sem o uso de outras construções (ALMEIDA, 2017). As crenças totais dizem respeito principalmente aos seguintes casos: caquexia, aparência repugnante, sangramento inadequado, inflamação dos sacos aéreos, queimadura excessiva (PASCHOAL, 2012), processos inflamatórios (artrite, dermatite, salpingite) (BRASIL, 1998). Sendo as principais causas de condenações parciais são contusão/fratura, dermatose, contaminação e gastrosquise tardia.

#### 2.4.1 Transformação do músculo em carne e *rigor mortis*

A carne é um alimento oriundo da musculatura dos animais. A transformação do músculo em carne é o fundamento do processo que se inicia no animal vivo até à sua transformação em alimento. A operação central deste processo é o abate do animal, contudo esta não está isolada do manejo e do processo posterior (PALMA, 2017).

Somente com o entendimento dos eventos bioquímicos que ocorrem no tecido muscular vivo foi possível saber que a carne, como arranjo complexo de músculo esquelético, tecido conjuntivo e gordura, resulta de uma série de reações físico-químicas que ocorrem no tecido muscular a partir do abate, ou mesmo antes, e que determinam a qualidade final do produto (JUDGE *et al.*, 1989, citado por RÜBENSAM e MONTEIRO, 2000).

O tecido muscular esquelético representa de 40 a 50% do peso corporal. É formado por feixes de células muito longas (até 30 cm), cilíndricas e multinucleadas, com um diâmetro que varia de 10 a 100µm, denominadas fibras musculares esqueléticas (MANTESE, 2002).

A fibra muscular é demarcada por uma membrana, o sarcolema, e o seu citoplasma apresenta-se preenchido principalmente por fibrilas paralelas, as

miofibrilas. As miofibrilas do músculo estriado possuem ao menos quatro proteínas principais: miosina, actina, tropomiosina e troponina (PALMA, 2017).

As miofibrilas são responsáveis por apenas duas funções no tecido muscular: a contração (contração da actina com a miosina, formando a actomiosina) e o relaxamento (desintegração da actomiosina). As proteínas incubadas por essa função são as actinas e as miosinas, cada unidade contrátil é chamada de sarcômero, e o deslizamento das miosinas sobre as actinas, proporcionando o encurtamento dos sarcômeros, origina a contração muscular (ANDRADE, 2016).

As proteínas miosina e actina constituem de 75 a 80% das proteínas miofibrilares, a porção restante é formada pelas proteínas reguladoras da função muscular, atuando direta ou indiretamente no complexo adenosina trifosfato-actina-miosina. As fundamentais proteínas reguladoras, em ordem decrescente de presença na miofibrila, são: tropomiosina, troponina, proteínas da linha M (creatina quinase, miomesina e proteína M),  $\alpha$  actinina, proteína C e  $\beta$  actinina (GUIMARÃES *et al.*, 1995).

A tropomiosina e a troponina representam, juntas, entre 16 e 20% das proteínas miofibrilares. A tropomiosina é responsável pela sensibilidade do sistema actomiosina ao cálcio que deflagra a contração, e a troponina é a proteína receptora deste íon. Ambas estão associadas ao filamento de actina (GUIMARÃES *et al.*, 1995).

Logo quando o animal morre, o fornecimento sanguíneo, que oferta nutrientes e oxigênio para o músculo, é interrompida. O músculo, tentando manter a sua atividade, renuncia à utilização de suas reservas de energia, sendo a principal delas o glicogênio muscular. A produção de energia por meio do uso do glicogênio muscular se dá de forma anaeróbia, ou seja, sem a presença do oxigênio (ANDRADE, 2016).

Um dos pontos básicos na transformação do músculo (células vivas) em carne (alimento) é a questão das reservas e da utilização da energia contida no organismo do animal antes, durante e após o abate. Tanto o glicogênio como as outras fontes de energia, representam importante papel no estudo das alterações *post-mortem*, tendo em vista que a sua concentração em nível muscular, momentos antes do abate, definirá de maneira significativa a formação de ácido láctico e a consequente queda do pH (DUTRA *et al.* SILVA, 2013).

Vários fatores externos e internos interferem na duração e a qualidade de conversão músculo-carne. Animais que se debatem muito antes do abate gastam as

suas reservas de glicogênio rapidamente. O mesmo pode ser esperado em animais sob estresse térmico. O músculo, quando desossado imediatamente após o abate, ainda é capaz de contrair devido a ainda possuir reserva de energia. Portanto, do ponto de vista da maciez ideal, a carne de aves deve ser maturada por um período que varia de 6 a 24 horas. No entanto, devido à necessidade de grandes áreas disponíveis para que a carne possa esperar o período ideal de maturação e o aumento do custo relacionado com este, os abatedouros não possuem todo este período de espera (VIEIRA, 2014).

Imediatamente após o abate, devido à existência de reservas de glicogênio muscular e, portanto, de ATP, o músculo mantém capacidade de contrair e relaxar. Ao longo deste período, que é de menos de 30 minutos em frangos, o glicogênio é transformado em ácido láctico, causando a redução do pH original que é de aproximadamente 7.4 para 5.6 quando este estabiliza-se. Sem a possibilidade de regenerar ATP, o músculo passa então a perder a capacidade de relaxamento, ficando em permanente contração entre Actina e Miosina, no que se chama de *rigor mortis* propriamente dito até que outros processos enzimáticos sejam iniciados (VIEIRA, 2014).

Os processos bioquímicos do músculo após o abate são, principalmente, processos de degradação e ressíntese de ATP. Como consequência da morte, três fontes de energia tornam-se disponíveis: ATP, CP e o glicogênio. Tanto o ATP como a CP estão presentes em pequenas quantidades no músculo, fazendo com que o glicogênio seja a principal fonte de energia para a glicólise (PALMA, 2017).

O glicogênio muscular é a reserva energética disponível ao organismo. O teor de glicogênio no músculo é cerca de 1%. Este combustível é degradado metabolicamente para a produção de energia, pelo processo chamado de glicólise (HEDRICK *et al.*, 1993).

Na glicólise, uma molécula de glicogênio é degradada em uma série de reações catalisadas por enzimas para liberar duas moléculas do composto piruvato, contendo cada uma, três átomos de carbono. Durante as reações sequenciais da glicólise, a energia livre liberada da glicose é conservada na forma de ATP (trifosfato de adenosina) e de NADH (nicotinamida adenina dinucleotídeo) (LEHNINGER *et al.*, 2002).

As reações bioquímicas após o abate podem ser agrupadas em três fases: *pré-rigor mortis*, *rigor mortis* e *pós-rigor mortis*. O *pré-rigor* é caracterizado pela glicólise ativa, processo no qual o glicogênio residual do músculo é convertido anaerobicamente, em decorrência da paralisação no aporte de oxigênio, a ácido láctico, o que acidifica a carne (LAWRIE, 2005; PARDI *et al.*, 2007).

Durante as horas procedidas ao abate, inicia-se o enrijecimento dos músculos conhecido como rigidez cadavérica ou *rigor mortis*. A evolução do processo de *rigor mortis* muscular é influenciado principalmente pela reserva de glicogênio, pH e temperatura. As alterações *post-mortem* nos músculos se iniciam com a queda da fosfocreatina quinase, de forma rápida, imediatamente após a morte. As concentrações de ATP mantêm-se relativamente constantes até que se reduzam os níveis de fosfocreatina quinase. Na ausência de oxigênio a glicólise converte o glicogênio em ácido láctico sem recuperação do ATP. O ácido láctico não tem como ser removido do músculo, e o baixo pH faz com que a actina e a miosina se liguem, formando a actomiosina de forma irreversível (RODRIGUES *et al.* 2016).

Já a fase de *pós-rigor* ou maturação da carne, é o ponto em que o músculo retorna sua flexibilidade (SOARES *et al.*, 2017). Após o término das reservas de glicogênio e a estabilização do pH, na faixa entre 5,3 e 5,5, ocorre o relaxamento das ligações actina miosina. Com a queda do pH, ocorre a liberação de enzimas que vão auxiliar a maturação da carne, chamadas calpaínas e catepsinas. Com a liberação dessas enzimas ocorrerá o amaciamento da carne, processo conhecido como maturação, que se dá em parte pela degradação das proteínas e tecidos conectivos de colágeno sobre a ação das catepsinas (DUTRA *et al.*, 2013).

As calpaínas são enzimas presentes no músculo, que são ativadas pela queda do pH e pela presença de cálcio, vão influir no amaciamento da carne. Já as catepsinas são proteínas capazes de degradar além das fibras musculares, também as fibras de colágeno (DUTRA *et al.*, 2013).

#### 2.4.2 Estimulação elétrica

O método da estimulação elétrica surgiu como forma de evitar o encurtamento do músculo devido ao resfriamento rápido das carcaças. O encurtamento pelo frio ocorre quando o pH da carne é maior do que 6,0 com o ATP ainda disponíveis e a

temperatura do músculo é inferior a 10°C (DEVINE *et al.*, 2002; FRYLINCK *et al.*, 2009).

A estimulação elétrica tem sido testada de modo a acelerar este processo. Esta leva a uma aceleração do uso da energia armazenada no músculo com a produção rápida de ácido lático (VIEIRA, 2014).

O estímulo elétrico aplicado logo após a sangria (90V) ou dentro da primeira hora após o abate (500 a 1000 V), acelera a glicólise *post-mortem* causando queda rápida do pH até 6,2. Há liberação de íons cálcio, provocando uma intensa contração muscular. Contudo, o retículo sarcoplasmático está apto a recapturar estes íons devido às concentrações de ATP e ADP serem suficientemente altas, permitindo o relaxamento do sarcômero neste momento (PALMA, 2017).

Dentre as variáveis do processo de estimulação elétrica, a voltagem é um dos parâmetros mais estudados. Foi relatado que a baixa tensão (< 100 V) é usada com mais frequência do que a alta tensão (> 100 V) devido aos custos de instalação e à segurança do operador. No entanto, tanto a alta quanto a baixa tensão demonstraram ser eficazes no amaciamento da carne e na redução do tempo de maturação (SAMS, 2002; JANZ *et al.*, 2001).

Um estudo realizado pela UTFPR em 2020, teve como objetivo avaliar o efeito dos parâmetros de estimulação elétrica *post-mortem* – tipo de pulso, corrente, tensão elétrica e tempo de estímulo – em carcaças de frango, nos valores de pH da carne nos tempos de 15 minutos e 24 horas *post-mortem*.

O estudo foi realizado em uma planta industrial localizada na região Oeste do Paraná, com um abate médio de 340 mil aves/dia. Foram utilizados frangos da linhagem Cobb de um mesmo lote de produção, com idade entre 44 e 48 dias, de ambos os sexos. A estimulação elétrica *post-mortem* foi aplicada imediatamente após a sangria e antes da depenagem.

Os resultados obtidos conforme o tempo de aplicação do estímulo elétrico no *post-mortem* se deram da seguinte forma:

- a) 15 minutos *post-mortem*: os valores de pH 15 min *post-mortem* reduziram expressivamente com o aumento da tensão elétrica (de 50 para 250 V) e aumento do tempo de estimulação (de 30 para 60 s); entretanto, foram superiores com intervalos de pulsos maiores (de 50 ms on / 50 ms off para 1000 ms on / 1000 ms off).

b) 24 horas *post-mortem*: os valores de pH 24 h *post-mortem* não foram afetados pela estimulação elétrica. Houve maior incidência de carne PSE em amostras que receberam corrente alternada e tensão elétrica de 250 V.

Os dados obtidos, demonstram que as condições de estimulação elétrica *post-mortem* podem afetar as características físico-químicas carne de frango, podendo afetar suas propriedades tecnológicas funcionais.

#### 2.4.3 Velocidade de resfriamento e congelamento

Como é de conhecimento, quando se trata de alimentos de origem animal em sua maioria existe uma deterioração mais rápida como muitos outros alimentos que não se mantêm frescos. Assim, no decorrer dos anos e com avanço das pesquisas e desenvolvimento de métodos para conservação de alimentos foi possível garantir a qualidade nutricional e visual do mesmo. No entanto, existem mudanças na textura dos alimentos por causa da desnaturação, congelamento e integração de proteínas provocada por cristais de gelo e processos relacionados à desidratação e concentração de solutos nos tecidos muscular (XIA *et al.*, 2012).

Segundo BRASIL (1998), entende-se por resfriamento, um processo de refrigeração e manutenção da temperatura dos produtos de aves – carcaça, cortes ou recortes, miúdos ou derivados.

Os processos de conservação através do congelamento podem alterar fisicamente as carnes promovendo alterações nos vários componentes. Entretanto, o congelamento prolonga seu tempo de conservação pela diminuição ou paralisação da deterioração causada por microrganismos, enzimas ou agentes químicos. Além disso, o congelamento é um dos melhores métodos para manter a cor, o aroma e a aparência dos alimentos (BEN, 1999).

A desidratação da carne durante o armazenamento sob condições refrigeradas pode causar perda de qualidade e perda econômica significativa devido à perda de peso. A desidratação deve-se à exposição da superfície da carne à transferência de calor e massa com o ambiente. Diferença de pressão de vapor, a umidade e a pressão do ar na superfície dos alimentos são os responsáveis pela desidratação (CAMPANONE *et al.*, 2002).

Em geral, os produtos cárneos congelados possuem, como parâmetro de qualidade, o grau de desnaturação de proteínas que ocorre durante o armazenamento. A desnaturação proteica ocorre devido às condições do congelamento e descongelamento e oscilações na temperatura de armazenamento. Com a desnaturação, as proteínas perdem a CRA, o que interfere na textura da carne após o descongelamento e suas propriedades funcionais (ARDITO *et al.*, 1994). Além da desnaturação de proteínas, pode ocorrer nos produtos cárneos congelados, desidratação da superfície, oxidação de gordura e alterações na cor (SARANTOPOULOS *et al.*, 2001).

No entendimento de GOMIDE *et al.* (2014), na etapa de pré-resfriamento, a carcaça de frango está em uma temperatura próxima aos 35°C, devendo ser resfriada rapidamente, para que o desenvolvimento microbiano e processos de deterioração sejam inibidos. O pré-resfriamento pode ser feito por imersão da carcaça em tanques de resfriamento contínuo, aspersão em água gelada ou em câmaras com circulação de ar frio. O método mais utilizado no Brasil é o de imersão da carcaça em água.

Podem ser separadas em duas fases as etapas de resfriamento, sendo elas o pré-resfriamento ou pré-chiller e resfriamento ou chiller, conforme apresentado na FIGURA 3. Sendo que na fase de pré-chiller ou pré-resfriamento, ocorre a imersão da carcaça em tanques de inox a uma temperatura de 10 – 18°C, durante 12 minutos, com 2 litros de água. O pré-chiller serve para dar início ao resfriamento, limpeza e reidratação da carcaça. O chiller ou resfriamento, é a etapa final, que ocorre em uma temperatura de 4°C durante 17 minutos, sendo necessário 1,5 litros de água por ave para aumentar o resfriamento (SARCINELLI e VENTURINI *et al.*, 2007).



FIGURA 3 – Etapa de resfriamento utilizando o equipamento chiller por imersão em água de um abatedouro comercial  
FONTE: Talita Kato (2013)

Apesar de o método de resfriamento com circulação de ar frio ser mais satisfatório que o resfriamento por imersão no quesito sanitário, visto que a água utilizada na imersão das carcaças pode conter uma carga microbiana elevada provinda da própria ave podendo causar contaminação (CARCIOFI, 2005), o que pode acarretar uma contaminação cruzada, os chillers de imersão são mais rápidos e ainda impedem a desidratação das carcaças, já que estas absorvem água durante a imersão, absorção de até 11,7% de água (ASHRAE, 2002).

Na concepção de GOMIDE *et al.* (2014), com o intuito de evitar uma contaminação cruzada, e principalmente por patógenos como *Salmonellae* *Campylobacter*, pode se adicionar ácidos orgânicos na água do chiller, o que proporciona maior vida útil da carcaça. Os ácidos orgânicos mais efetivos são aqueles de cadeia curta, como o acético e o láctico, com forte ação na redução na carga de microrganismos contaminantes e patógenos, incluindo salmonelas.

Por fim, após o processo de pré-chiller e chiller, ocorre a etapa de gotejamento, que consiste em fazer a retirada do excesso de água absorvida pela carcaça no processo de pré-resfriamento, visando atender as exigências da legislação quanto à quantidade de água permitida na carcaça (GOMIDE, 2014). O gotejamento

é feito através da suspensão dos frangos pela asa, coxa ou pelo pescoço, durante 2,5 a 4 minutos (OLIVEIRA, 2013).

Segundo a portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, da Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA, a absorção da água nas carcaças não deverá ultrapassar de 8% do seu peso vivo.

#### 2.4.4 Carnes PSE e DFD

Sabe-se que a carne PSE está relacionada ao estresse rápido, diferente da carne DFD, associada ao estresse por um período longo em situação pré-abate (HEDRICK *et al.*, 1993; LAWRIE, 1998; OWENS e SAMS, 2000). Entretanto, além do fator estresse, há outras variáveis funcionais e fatores *ante* e *post-mortem* que podem influir no pH e/ou na cor final dos filés de peito e, conseqüentemente, nas suas propriedades funcionais (SCHNEIDER, 2004).

Segundo LARA *et al.* (2002), o resultado do comprometimento das propriedades funcionais da carne PSE, são produtos industrializados com baixo rendimento. Isso ocorre pelo fato de haver liberação de exsudato, que influencia na padronização durante a industrialização (BARBUT, 1997). Portanto o rendimento após o processamento da carne está relacionado com a velocidade da queda do pH *post-mortem*, de modo que uma diferença de uma unidade a menos no pH aferido aos 20 minutos *post-mortem* corresponde a cerca de 2% a menos no rendimento após o processamento da carne (FERNADEZ *et al.*, 2002).

Em relação à elaboração de produtos curados, a carne DFD não é indicada, já que a carne com este tipo de defeito torna o processo de penetração e distribuição de sal mais lento do que o normal. Por consequência da alta CRA esta carne pode ser usada no processo de elaboração de produtos cozidos, devido a menor liberação de água durante o tratamento térmico (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Na FIGURA 4, é possível observar a relação entre a cor da carne e o pH, sendo que no primeiro peito de frango está o fenômeno de DFD, posteriormente a carne classificada como normal e pôr fim a carne PSE (OLIVO, 2006).

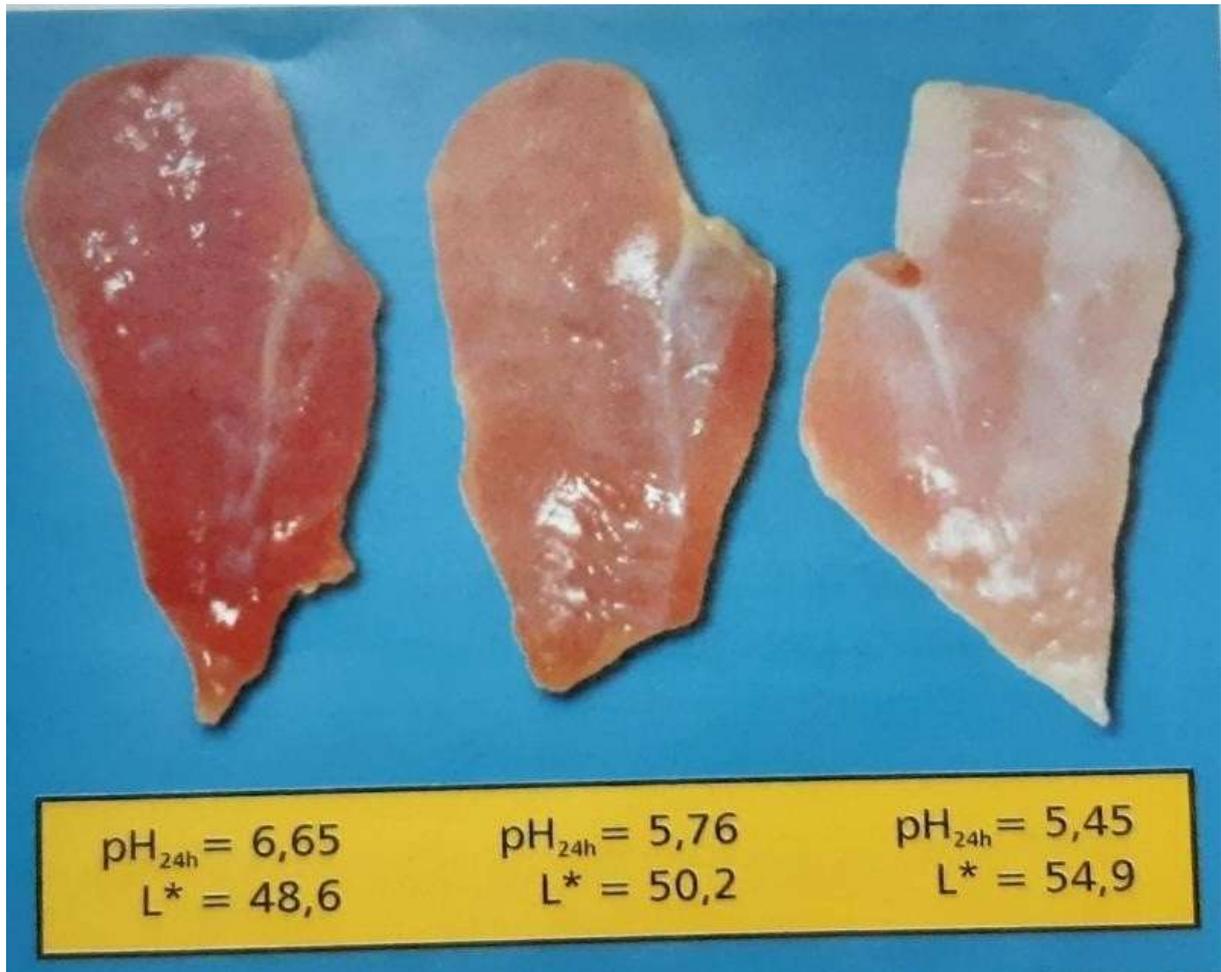


FIGURA 4 - Associação entre pH e coloração do peito de frango  
 FONTE: Shimokomaki *et al.*, 2000.

Um dos maiores problemas enfrentados pela indústria processadora é a questão da carne PSE (DIRINCK *et al.*, 1996). Esta ocorrência pode ser devido ao grau e tempo de estresse sofrido pelas aves antes do abate (TANKSON *et al.*, 2001; FLETCHER, 2000).

O fenômeno PSE em aves ocorre devido à rápida glicólise após o abate, ocorrendo a instalação acelerada do *rigor mortis* provocando a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas. O resultado é uma carne com alta capacidade exsudativa, e com características pálida e flácida, propriedades funcionais comprometidas, menor rendimento e pobre em característica de processamento, o que causa perdas econômicas para indústria (RIBEIRO, 2015).

As carnes PSE apresentam um decréscimo do pH, que é muito mais rápido do que em uma carne normal. Podendo alcançar o pH final durante os 15 a 20 minutos

*post-mortem*, enquanto a temperatura do músculo ainda está próxima de 37°C. A junção de pH baixo e temperatura elevada (hipertermia) provoca desnaturação das proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares e menor CRA (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

De acordo SPURIO *et al.* (2013), uma ventilação bem distribuída é capaz de reduzir a ocorrência de carnes PSE. CARVALHO (2012), analisou a interferência da luz na plataforma de recepção das aves durante a pendura em relação à incidência de carnes PSE e observou que a utilização de uma luz tênue tal como azul, verde ou vermelho, é capaz de acalmar a ave, e conseqüentemente diminuir a ocorrência de carnes PSE nestas condições.

A palidez da carne está intimamente ligada à desnaturação proteica ocasionada pelo baixo pH e pela elevada temperatura da carcaça após o abate (KATO, 2013). A cor observada na superfície das carnes, é o resultado da absorção seletiva pela mioglobina, provocada pela distribuição da luz que emerge da carne. Com a baixa do pH, ocorre aumento da birrefringência, com menos luz sendo transmitida através das fibras e mais luz sendo dispersa (SWATLAND, 2008). Dessa forma, a análise da cor possibilita distinguir a carne PSE de forma rápida, quanto menor o pH, maior será o valor de L\* (luminosidade), e menor será a CRA a (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006).

A avaliação da cor da carne baseia-se no sistema CIELAB medida com colorímetro e suas escalas de cor (luminosidade ou percentagem de reflectância, representada por L\*, variando de 0 - 100, de branco para preto; a\* variação entre vermelho e verde; e b\* que mede a variação entre o amarelo e o azul (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006).

A carne DFD, como descrita anteriormente, está intimamente ligada à fatores estressantes do manejo pré-abate. Animais que tenham passado por período de estresse prolongado, exercícios físicos, exaustão durante o transporte, privação de alimento, comportamento agressivo ou medo, vão causar o declínio do glicogênio. A falta de glicogênio muscular, no momento da morte do animal, impossibilitará a formação proporcional de ácido láctico. Por conseqüência, a queda do pH e a velocidade de instalação do *rigor mortis*, será mais lenta que o normal, favorecendo a permanência de pH relativamente alto, geralmente maior que 6,0 (LAWRIE, 1998; SWATLAND, 1995; MILLER, 2002).

O valor elevado do pH faz com que a CRA aumente, já que as proteínas não são desnaturadas de forma adequada e a água permanece ligada as mesmas. A carne permanecerá firme pois as fibras apresentam-se preenchidas com fluidos sarcoplasmáticos, e a cor escura característica é devido a maior capacidade de absorção de luz (DADGAR *et al.*, 2012; ADZITEY *et al.* HUDA, 2011).

Este fenômeno ocorre em diferentes classes animais, causando o escurecimento da carne. O motivo de a carne apresentar aspecto escuro, é devido ao seu alto pH, absorvendo assim mais luz do que o normal, sendo firme porque as fibras apresentam inchaço pelo preenchimento por fluidos sarcoplasmáticos e se apresenta seca porque a água endógena (água proveniente das reações químicas que ocorrem no próprio organismo, com liberação de água) da carne está intimamente ligada às proteínas, não a deixando escorrer para a superfície (SWATLAND, 1995).

Normalmente carnes com características DFD apresentam pH > 6,2, e quanto a cor o valor de L\* apresenta valores inferiores a 44. É possível estabelecer uma relação, quanto maior for o pH menor serão os valores de L\*, ou seja, mais escura será a carne (ADRIA, 2021).

Apesar de haver a possibilidade de ocorrência da carne DFD em frangos, a ocorrência deste fenômeno é mais comum em carne bovina, sendo que na carne bovina a mudança de cor é percebida de forma mais intensa. A carne DFD também já foi observada na carne suína (SCHNEIDER, 2004).

Um estudo realizado no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), teve como objetivo analisar a incidência de carnes PSE e DFD em frangos de corte. Foram utilizados 15 peitos de frango embalados e *in natura*, de 5 marcas diferentes, sendo 3 peitos de frango de cada, comprados em supermercados na região central de Arapongas-PR. As 5 marcas foram identificadas como A, B, C, D e E respectivamente. Os critérios de inclusão foram as amostras de peito de frango inteiro na carcaça e mantidos sob refrigeração. Quanto aos critérios de exclusão foram amostras de peito de frango congelados, frangos inteiros e outras partes do frango (GONÇALVES *et al.*, 2018).

O método de avaliação usado foi o CIELAB, com o auxílio de um colorímetro Minolta (CHROMA METER CR-410) com iluminante D-65. A cor foi determinada em duplicata com corte de 5cm de diâmetro da superfície direita e esquerda do peito de frango sem pele (OLIVO *et al.*, 2001). Para a medida do pH foram realizadas em

triplicatas com o auxílio de pHmêtro Metrom (pH Meter 744), calibrado em pH 4 e 7. Foi realizado por meio de inserção do eletrodo em 3 pontos da carcaça, sendo a parte superior peito direito e esquerdo e parte inferior próximo ao osso (OLIVO *et al.*, 2001). O resultado obtido foi um percentual de incidência de carne PSE, normal e DFD foi 26,66%, 66,66% e 6,66% em relação a análise de pH e cor (GONÇALVES *et al.*, 2018).

## 2.5 Conservação do produto no varejo

A vida de prateleira dos frangos dependerá principalmente da contaminação das carcaças ao final do processamento, bem como da temperatura de armazenamento das carcaças (MEAD, 1974). Para obter frangos de boa qualidade e maior tempo de vida de prateleira, a população bacteriana das carcaças, após o processamento, deverá ser a menor possível (KOTULA *et al.*, 1962).

De acordo com o Código de Boas Práticas, instituído pela ARESP (2006), aplicado no Brasil, no âmbito da expansão da comercialização de carne de aves para exportação, o conceito de conservação de alimentos é preservar a sua integridade física, características químicas, biológicas e nutricionais durante o período de transporte. Preservar os alimentos é um dos aspectos mais importantes a considerar de modo que garanta sua segurança e qualidade, o método ou processo utilizado dependerá em grande parte da natureza e características do alimento.

É importante ressaltar que as carnes frescas (embaladas) devem ser armazenadas e transportadas sob refrigeração constante (temperaturas inferiores a 7°C) (HOUBEN, 2002). Ainda segundo o autor, o tempo de conservação pode ser estendido se a carne for rapidamente congelada e mantida congelada (< -18°C). O crescimento dos microrganismos é completamente interrompido em temperaturas abaixo de -10°C e alguns microrganismos podem até não sobreviver sob estas condições. Entretanto, os processos físicos (sublimação dos cristais de gelo) e químicos (rancidez oxidativa), por exemplo, ainda permanecem agindo, embora em uma reduzida taxa. Para prevenir a desidratação durante o armazenamento frigorífico (em casos severos chamados "queimadura do congelador") a carne é embrulhada em um tipo de material vapor-impermeável de umidade.

Independentemente de a preservação ocorrer à temperatura ambiente ou à temperatura controlada, cuidados especiais devem ser tomados para garantir que esses fatores sejam adequados para cada alimento. Em geral, na conservação de alimentos, deve-se atentar para a avaliação dos fatores ambientais que irão influenciar nas propriedades do alimento e também podem afetar a embalagem em que estão contidos. Esses fatores incluem: temperatura; umidade relativa; condições de circulação de ar ao redor dos alimentos; a capacidade de transferir odores e sabores para os alimentos; luz solar direta e contato com o ar.

A conservação dos alimentos é a forma mais adequada de conservá-los também dependem muito das características intrínsecas do próprio alimento, tais como: água disponível (atividade da água); acidez (pH); composição química e estrutura biológica dos alimentos; aditivos atuais ou substâncias antimicrobianas naturais dos alimentos. A importância de conhecer e controlar as propriedades dos alimentos e do ambiente em que são armazenados está relacionada ao fato de que o desenvolvimento de micróbios patogênicos depende, entre outras coisas, da temperatura, umidade e da relação tempo/temperatura. Na FIGURA 5 será apresentado exemplos de temperatura favorável para o crescimento microbiano e a temperatura mínima onde eles não podem se reproduzir.

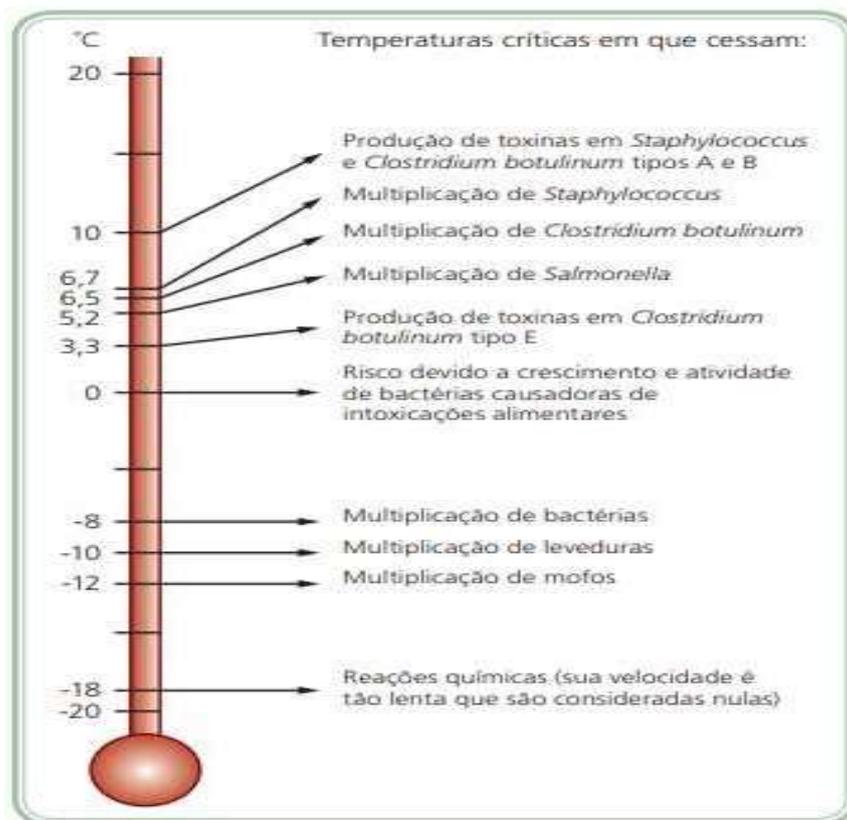


FIGURA 5 - Temperatura, Resposta à Degradação e desenvolvimento de toxinas por microrganismos com disposição no cultivo de alimentos.

FONTE: ORDONEZ (2005).

Desta forma, a conservação inadequada dos alimentos afeta suas características sensoriais e a segurança sanitária. Em alimentos insuficientemente conservados, os microrganismos podem encontrar as condições necessárias para um desenvolvimento mais rápido e, conseqüentemente, causar problemas de saúde ao consumidor e alterar sua aparência.

Nesse sentido, a temperatura do alimento deve ser sempre controlada na chegada ao ponto de recebimento da matéria-prima, independentemente de o transporte ter sido feito pelo fornecedor ou pelo próprio comerciante. Se houver alguma anomalia que torne um alimento impróprio para consumo, ela deve ser devidamente identificada e registrada (ARESP, 2006).

A etapa de resfriamento das partes e carcaças de frango é de grande importância na agricultura, pois essas partes do frango apresentam uma temperatura média de 40°C antes do resfriamento, que deve ser reduzida o quanto antes para 4°C em tanques de imersão, onde o centro do músculo peitoral é utilizado como ponto de controle para esta temperatura. A legislação brasileira prevê a utilização de no mínimo

dois tanques de refrigeração - chillers - exigindo que a temperatura máxima da água no primeiro tanque - lavagem dos chillers - seja de 16°C, e no último - chiller de refrigeração - a temperatura da água sejam conservadas abaixo de 4°C (CARCIOFI *et al.*, 2006).

Após a retirada do fígado, coração, estômago, pescoço e patas, o mais adequado, como coloca CARVALHO (2004), é enviar essas partes do frango diretamente para os diversos chillers, mostrados na FIGURA 3, uma temperatura média de 4 ° C, permanecendo em estado fresco por cerca de 7,5 minutos. Segundo o autor, a água deve ser constantemente renovada durante todo o processo, alimentada com água gelada a uma temperatura de 2°C e, o gelo é adicionado se necessário. Após o resfriamento, as patas devem ser recolhidas em caixas plásticas vazias, submetidas ao processo de limpeza e separação manual. O coração deve ser embalado em embalagem de 1 kg. A temperatura dos tanques de resfriamento e a concentração de cloro são inspecionadas por um fiscal três vezes durante um turno de 8 horas (CARVALHO, 2004).

O processo de estocagem das carnes é de suma importância na conservação do produto, a estocagem de frangos congelados deve ser feita em temperatura nunca superior a -18°C. Segundo GONÇALVES (2008), a temperatura intramuscular das carcaças de frango congeladas não deve ultrapassar -12°C, com temperatura máxima tolerada de 2°C.

Outro fator importante na conservação do produto, é forma como a carne será embalada. Hoje se encontra carnes de frango sendo comercializadas em balcão de casa de carne, como em bandejas de isopor ou embaladas a vácuo (NUSS *et al.*, 2014). Segundo NUSS *et al.* (2014), as carnes que são embaladas em bandejas de isopor, mostram uma boa durabilidade, já que neste tipo de embalagem é utilizado a “atmosfera modificada”, sendo esta uma mistura de oxigênio e gás carbônico introduzida na embalagem afim de preservar a qualidade do produto e estender a sua vida útil, podendo durar até 10 dias armazenada em refrigerador doméstico. Já na carne embalada a vácuo, o oxigênio é totalmente retirado da embalagem, garantindo maior segurança na qualidade e durabilidade do produto, impossibilitando o crescimento de microrganismos que necessitam de oxigênio para se manter (NUSS *et al.*, 2014).

## 2.6 Legislação sanitária na indústria frigorífica

O abate das aves é estabelecido conforme Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal e no Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. São tratadas através destes, questões relacionadas ao: pré-abate (captura e transporte) e o abate (insensibilização, sangria, escalda, depenagem, evisceração, pré-resfriamento, resfriamento, gotejamento, classificação, embalagem e tempo de armazenamento) (EBAH, 2020).

As agências internacionais de saúde manifestaram grande preocupação com a qualidade dos alimentos e seus possíveis danos à saúde dos consumidores. Para garantir a segurança alimentar, a FAO - Organização das Nações Unidas junto com a Agricultura e Alimentação em entendimento com a OMS - Organização Mundial da Saúde que estabeleceram junto com o CAC - Comissão do Codex Alimentarius em 1963. O programa visa proteger a saúde dos consumidores por meio da padronização dos alimentos. No Brasil, a ANVISA - Agência Nacional Vigilância Sanitária é a representante do Ministério da Saúde no CAC (GERMANO 2008). Desde então, os órgãos oficiais desenvolveram diversos procedimentos e manuais com o objetivo de padronizar o método correto de processamento e manipulação de alimentos crus e acabados.

A Secretária de Defesa Agropecuária do MAPA, na portaria de nº 210, de 10 de novembro de 1998, regulamenta sobre a Higiene do Ambiente da Inspeção *Ante Mortem* e *Post Mortem* no Anexo III:

### 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Exigir-se-á a higienização dos pisos, paredes, equipamentos, maquinários e instrumentos de trabalho, especialmente das dependências que manipulem produtos comestíveis, imediatamente após o término dos trabalhos industriais ou entre turnos;

1.2. As dependências internas, bem como a área circundante do estabelecimento, serão mantidas livres de insetos, de roedores, cães e outros animais, cuidando-se, particularmente, dos focos de moscas e baratas;

1.3. O maquinário, carros, tanques, mesas, continentes e demais utensílios, serão convenientemente identificados de modo a evitar qualquer confusão entre os destinados a produtos comestíveis e, os utilizados no transporte ou depósito de produtos não comestíveis e condenados;

1.4. O pessoal que manipula produtos condenados ficará obrigado a desinfecção das mãos, instrumentos e vestuários, com substâncias apropriadas. O mesmo se aplica aos operários que lidam com a matéria prima de graxaria (resíduos);

1.5. Todas as vezes que for necessário, a Inspeção Federal determinará a substituição, raspagem, pintura e reforma de pisos, paredes, tetos, equipamentos etc.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a avicultura é considerada uma atividade econômica de grande importância para o Brasil, os requisitos de qualidade deste produto tornaram-se um dos pontos essenciais no processo de gestão da produção deste setor. Devido à maior exigência de qualidade na carne de frango resfriada, ao mesmo tempo em que busca bons resultados econômicos da indústria agroalimentar no país e no exterior, ainda há um número limitado de pesquisas sobre o uso do padrão de temperatura para o resfriamento da carne de frango, sem prejuízo das características de boa qualidade deste produto e seus derivados.

É importante que a indústria agroalimentar sempre se esforce para melhorar o sistema de abate, buscando minimizar os efeitos que causam problemas de qualidade da carcaça, fatores inter-relacionados ao manejo nas fases de criação, o processo *ante-mortem* e durante abate, sempre levando em consideração as perdas econômicas que podem ser consumidor com excesso de congelamento, como para uma empresa que podem sofrer prejuízos devido à condenação de carcaças que podem apresentar condições inadequadas de consumo.

A adoção de ferramentas que garantem o controle de qualidade é essencial para garantir um produto seguro que possa ser consumido sem colocar em risco a saúde do consumidor. Existem muitas fontes de contaminação na indústria de embalagens de carnes, e para evitá-las, todos precisam conhecer e colaborar para que a adequação e possivelmente novos PCCs (Pontos Críticos de Controle) possam ser detectados. PCC é uma etapa em que se pode aplicar um controle que seja essencial para evitar ou eliminar um perigo à qualidade do alimento ou reduzi-lo a um nível aceitável.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. APBA projeta desempenho positivo para avicultura e suinocultura em 2021 e 2022. ABPA. Disponível em: < [ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal \(abpa-br.org\)](http://abpa-br.org)>. Acesso em: 03/2022

ABPA. Relatório Anual – Associação Brasileira de Proteína Animal, 2022. Disponível em: < [ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal \(abpa-br.org\)](http://abpa-br.org)>. Acesso em: 06/2022.

ADRIA, A. Avaliação dos parâmetros de insensibilização em relação a incidência e carne PSE e DFD em frango de corte, 2021.

ADZITEY, Frederick; HUDA, Nurul. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences - a mini review. International Food Research Journal, S.I., v. 1, n. 18, p.11-20, 2011.

ALMEIDA, T.J., ASSIS, A.S., MENDONÇA, M., ROLIM, M.B.Q. Causas de condenação de carcaças de Gallus gallus domesticus em abatedouros frigoríficos sob Inspeção Federal no Nordeste do Brasil. Medicina Veterinária (UFRPE), Recife, v.11, n.4, p.285-291, 2017.

ALVES, M. G. M.; ALBUQUERQUE, L. F.; BATISTA, A. S. M. QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE, 2016.

ANDRADE, P. L. Tecnologia de Tratamento de Carnes e Derivados. NT Editora, 2016.  
ARDITO, E. F. G.; ALVES, R. M. V. Embalagens para alimentos congelados. Coletânea do Instituto Tecnológico de Alimentos, v.24, n.1, p.11-28, 1994.

ARESP. Código de Boas Práticas para o Transporte de Alimentos. Associação da Restauração e Similares de Portugal. 2006.

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc "2002 ASHRAE HANDBOOK – Refrigeration" – SI edition. 2002.

Milho e farelo de soja: influências na valorização obtida pelo frango vivo. AviSite. Disponível em: < [Milho e farelo de soja: influências na valorização obtida pelo frango vivo - AviSite](#)>, 2021. Acesso em: 06/2022.

BARBUT, S. Problem of pale soft exsudative meat in broiler chickens. British Poultry Science, Roslin, v. 38, p. 355- 358, 1997.

BEN, A. M. Effect of freezing and microbial growth en myoglobin derivates of beef. Food Chemistry, v. 147, n.10, p.4096, 1999.

BOULOS, E. E. M. S.; BUNHO, R. M. Guia de leis e normas para profissionais e empresas da área de alimentos. São Paulo, Varela, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210 de 10 de novembro de 1998. Aprovar o regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 26 nov. 1998. Seção 1, p. 226.

CAMPANONE, L. A.; SALVADORI, V. O.; MASCHERONI, R. H.; Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods. Journal of Food Engineering 47: 69–79. 2002.

CARCIOFI, B.A.M. Estudo do resfriamento de carcaças de frango em chiller de imersão em água. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química e de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CARCIOFI, B.A.M.; BELO, A.; SOARES, L.P.; LAURINDO, J.B. Resfriamento de Carcaças de Frango em Tanques de Imersão em água. 2006. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em <http://www.enqb.ipn.mx/cibia/Tomol/I-80.pdf>.

CARVALHO, Genilson Bezerra de *et al.* Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, Ba, v. 14, n. 4, p.785-797, dez. 2013.

CARVALHO, M. M. Avaliação das Condições para a Implantação do Sistema APPCC em uma Unidade de Abate de Aves. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2004.

CARVALHO, R. H. Influência de diferentes modelos de instalações de frango de corte e ambiência de luz pré-abate sobre o bem-estar animal e qualidade de carne. 2012. 124f. Dissertação (Mestrado profissional em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2012.

CENTENARO, G. S.; FURLAN, V. M.; SOARES, L. A. S. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais. *Revista Avicultura Industrial*, 2016.

CASANOVA, C. F.; Emprego da metodologia de planejamento de experimentos na avaliação do processo de congelamento IQF de cortes de frango. Universidade Regional do Alto Uruguai e das Missões, URI. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. 2011.

CENTENARO, G. S.; FURLAN, V. J. M; SOARES, L. A. S. Gordura de frango: alternativas tecnológicas e nutricionais, 2016.

CHIZZOLINI R, ZANARDI E, DORIGONI V, GHIDINI S. CALORIFI. Value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. In: *Trends Food Sci Technol.*, n. 10, p. 119-128, 1999.

COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Congelamento e Descongelo: Sua Influência sobre os Alimentos. *Vetor*, Rio Grande, 13: 53-66, 2003.

CORTEZ, A. L. L. Indicadores de qualidade higiênicosanitária em linguiça fresca comercializada no município de Jaboticabal-SP. 2003. 42p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003

COTTA, J.T.B. Frangos de Corte – Criação, Abate e Comercialização. Aprenda fácil, 2017.

COUTO, J. M. F. A; SOUZA, B. F. B. Avanços tecnológicos aplicados na produção e conservação da carne de frango. *Revista UNINGÁ Review* ISSN 2178-2571, 2018.

DADGAR, S. *et al.* Characteristics of cold-induced dark, firm, dry broiler chicken breast meat. *British Poultry Science*, [s.l.], v. 53, n. 3, p.351-359, jun. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2012.695335>.

DEVINE, C. E.; PAYNE, S. R.; WELLS, R. W. Effect of muscle restraint on sheep meat tenderness with rigor mortis at 18°C. *Meat Science*, v. 60, p. 155-159, 2002.

DIRINCK, P. *et al.* Studies on vitamin E and meat quality. 1. Effect of feeding high vitamin E levels on time-related pork quality. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*, Columbus, v. 44, p. 65-68, 1996.

DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M.; BORGES, L. L. Qualidade e segurança na produção de carne de aves. Departamento de Zootecnia, FCAV UNESP/Jaboticabal, SP, 2010.

DUTRA, W.; SILVA, A. M. A. D, Processamento de carnes e derivados. *Produção Alimentícia*, 2013.

EBAH. Avicultura Industrial. Processos de abate em aves conforme regulamento brasileiro, 2020. Processos de abate em aves conforme regulamento brasileiro (aviculturaindustrial.com.br)

EMBRAPA. 1999. Qualidade da carne bovina: curso conhecendo a carne que você consome, 1. Campo Grande,MS: Embrapa Gado de Corte, 1999. 25p

ESSER, A. F. G. Ácido Guanídioacético e Arginina em Frangos de Corte Submetidos ao Estresse por Calor no Período Pré-abate, 2015.

EMBRAPA Suínos e Aves. Estatísticas | Mundo | Frangos de Corte | Exportação. Disponível em: < [Estatísticas | Mundo | Frangos de corte - Portal Embrapa](#) >, 2022. Acesso: 06/2022.

FERNANDEZ, X. et al. Effects of the rate of muscle *post mortem* pH fall on the technological quality of turkey meat. British Poultry Science, Roslin, v. 43, p. 245-252, 2002.

FLETCHER, D. L.; QIAO, M.; SMITH, D. P. The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH., Poult. Sci., Savoy, v.79, p.784-788,2000.

FRYLINCK, L. *et al.* Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. Meat Science, v. 83, p. 657-665, 2009.

GARCIA, R. G.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A. *et al.* Efeito da Densidade de Criação e do Sexo Sobre o Empenamento, Incidência de Lesões na Carcaça e Qualidade da Carne de Peito de Frangos de Corte. Revista Brasileira de Ciências Avícola, Campinas, V.4, n.1, p. 001-009, jan./mar., 2002.

GERMANO, Pedro Manuel Leal; Germano, Maria Izabel Simões. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2008. 986p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. Tecnologia de abate e tipificação de carcaças, 2014. v. 2, p. 204-210.

GONÇALVES, Cintia Rodrigues. FLUXOGRAMA DE ABATE DE AVES. Disponível em: <[Fluxograma do Abate de Aves - TCC descrevendo as operações do abate de aves. - Docsity](#)>.

GONÇALVES, K. M.; TOLEDO, E. A. Incidência de carne PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em frangos de corte, 2018.

GUIMARÃES, J. L.; A. E. A. A. Estrutura e bioquímica do músculo. Apostila do laboratório de carnes. DTA-FEA-UNICAMP, 1995.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FOREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. Principles of meat science. 3.ed. Dubuque: Kendal/Hunt, 1993. 354p.

HOUBEN, J. H. Major principles of meat processing. **Meat Processing**, p. 33-36, 2002.

IBGE. Pesquisa trimestral do abate de animais. IBGE. Disponível em: <[Primeiros resultados | IBGE](#)>. Acesso em: 03/2022.

JANZ, J. A. M.; AALHUS, J. L.; PRICE, M.A. Blast chilling and low voltage electrical stimulation influences on bison (*Bison bison bison*) meat quality. *Meat Science*, v. 57, p. 403- 411, 2001. Disponível em: [https://10.1016/s0309-1740\(00\)00118-2](https://10.1016/s0309-1740(00)00118-2)

JUNQUEIRA, A. C. A. Avaliação de um sistema de caracterização de eqüinos (*equus caballus*) para o abate através do peso de carcaça e os qualitativos da carne. 2003. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KATO, T. QUALIDADE DA CARNE DE FRANGO: RELAÇÃO COM CARNES PSE E INSTRUÇÃO NORMATIVA 210/1998, 2013.

KOTULA, A. W.; THOMSON, J. E.; KINNER, J. A. Bacterial counts associated with the chilling of fryer chickens. *Poultry Science*, v. 41, p. 818-821, 1962.

LARA, J. A. F. *et al.* Estresse térmico e incidência de carne PSE em frangos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, n. 4, p.15, 2002.

LAWRIE, RA. *Lawrie's Meat Science*. 6.e.d. Lancaster-Basel: Technomic, 1998. 336p.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. *Principles of biochemistry: with an extended discussion of oxygen-binding proteins*. 2.ed. New York: Worth, 2002. 1013p.

MANTESE, F. Seminário apresentado na disciplina Bioquímica do Tecido Animal (VET00036) do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS, 2002.

MEAD, G. C. Bacteriological control in the processing of poultry. *Veterinary Record*, v. 95, p. 569-572, 1974.

MILLER, R. K. Factors affecting the quality of raw material. In: KEERY, J.; KERRY, J. LEDWARD, D., eds. *Meat processing: improving quality*. Cambridge: Woodhead, 2002. P.27-63.

MORENO, G. M. B; LOUREIRO, C. M. B.; SOUZA, H. B. A. Características qualitativas da carne ovina. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, n.381, p.76-90, 2008.

MULLER, A. T.; PASCHOAL, E. C.; SANTOS, J. M. G. Fatores pós-abate que influenciam a qualidade da carne de frango, 2013.

NICOLINI, é simples viver bem. Frango resfriado (com cabeça, pés, fígado e moela). Disponível em: < [Nicolini, é simples viver bem.](#)>, 2022. Acesso: 05/2022.

Novos recordes de produção e consumo em 2021 e 2022 são projetados pela ABPA. Nutrinews, 2021 *Projeção ABPA 2021 2022: Recordes de produção e consumo* (nutrinews.com). Disponível em: <[Projeção ABPA 2021 2022: Recordes de produção e consumo \(nutrinews.com\)](#)>. Acesso: 03/2022.

NUSS, A. E.; SILVA, D. M.; TABACHINI, G. A.; NEGRÃO, P. H. B.; TESSAROLO, P. H. F. *Produção da carne de frango: abate, processamento, embalagem e distribuição*. VII EEPA – Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2014.

OFFER, G.; KNIGHT, P. The structural basis of water-holding in meat. Part 1: General principles and water uptake in meat processing. In: LAWRIE, R. A. *Developments in meat science*. London : Elsevier, 1988. p. 63-171.

OLIVEIRA, Andréa. *Etapas do abate de frango*. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursosavicultura/artigos/etapas-do-abate-de-frango>>., 2013.

OLIVEIRA, A. A.; ANDRADE, M. A.; ARMENDARIS, P. M.; BUENO, P. H. S. Principais causas de condenação ao abate de aves em matadouros frigoríficos registrados no Serviço Brasileiro de Inspeção Federal entre 2006 e 2011, 2016.

OLIVO, R. *et al.* Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional properties. *Journal of Food Biochemistry*, v. 25, n. 4, p. 271–283, 2001.

OLIVO, Rubison. *O Mundo do Frango: Cadeia Produtiva da Carne de Frango*. Criciúma: Gêmeos Designer, 2006. 680 p.

ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* *Tecnologia de Alimentos – alimentos de origem animal*. v.2. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 130-144.

OVIEDO-RONDÓN, Edgar Orlando. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, [s.i.], v. 37, n. 1, p.239-252, jul. 2008.

OWENS, C. M.; SAMS, A. R. The influence of transportation on turkey meat quality. *Poult. Sci.*, Savoy, v.79, p. 1204-1207, 2000.

PALMA, S. F. Transformação do Músculo em Carne, Influência na Qualidade da Carne. Instituto Politécnico de Beja, Escola Superior Agrária, 2017.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. 2 ed., v. 2; Goiânia: UFG, 2005, 624 p.

PASCHOAL, E. C.; OTUTUMI, L. K.; SILVEIRA, A. P. Principais causas de condenações no abate de frangos de corte de um abatedouro localizado na região noroeste do Paraná, Brasil. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 15, n. 2, p. 93-97, 2012.

RAMOS, Eduardo Mendes; GOMIDE, Lúcio Alberto Miranda. Avaliação da Qualidade da Carne: Fundamentos e Metodologias. Viçosa: Ufv, 2007. 599 p.

RIBEIRO, K. P. Análise da Relação Umidade/Proteína em Filés PSE (pale, soft, exudative) de Frangos em Conformidade com a Instrução Normativa 32/2010, 2015.

RODRIGUES, T. P.; SILVA, T. J. P., Caracterização do processo de *rigor mortis* e qualidade da carne de animais abatidos no Brasil, 2016.

RÜBENSAM, J. M.; MONTEIRO, E. Estudos sobre a maciez e atividade de calpastatina em carne bovina. Documento EMBRAPA, Brasil, 2000.

SAMS, A. *Post-mortem* electrical stimulation of broilers. *World's Poultry Science Journal*, v. 58, n. 2, sep., 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/WPS200220014>

SARANTOPULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos embalagens flexíveis. Campinas: CETEA/ITAL, 213p., 2001.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S; SILVA, L. C. Abate de aves. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2007.

SCHNEIDER, J. P. Carnes DFD em frangos. Dissertação para obtenção do grau de mestre, 2004.

Secretaria da Defesa Agropecuária Do Ministério da Agricultura e Abastecimento. Portaria nº210, de 10 de novembro de 1998. Anexo III. Disponível em: <Erro! A referência de hiperlink não é válida.>. Acessado: 29/05/2022.

SHIMOKOMAKI, Massami *et al.* Atualidades em Ciência e Tecnologia da Carne. São Paulo: Varela, 2000. 236 p.

SHIMOKOMAKI, M. *et al.* Atualidade em Ciência e Tecnologia de Carnes. São Paulo: Varela, 2006.

SILVA SOBRINHO, S.A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T.; YAMAMOTO, S.M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. In: Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

SOARES, K. M. P; SILVA, J. B. A.; GÓIS, V. A., Parâmetros de qualidade de carnes e produtos cárneos: uma revisão, 2017.

SOUZA, G. C.; GONSALVES, H. R. O; GONSALVES, H. E. O; COELHO, J. L. S. Características microbiológicas da carne de frango, 2014.

SPURIO, R. S. *et al.* Novo modelo de carroceria para transporte visando o bem-estar do frango. Avicultura Industrial (Porto Feliz. Impresso), v. 9, p. 62-66, 2013.

SWATLAND, H. J. How pH causes paleness or darkness in chicken meat. Meat Science, v.80, p.396-400, 2008.

SWATLAND, H. J. On line evaluation of meat. Lancaster: Technomic, 1995. 343p.

TANKSON, J. D.; VIZZIER-THAXTON, Y.; THAXTON, J. P.; MAY, J. D.; CAMERON, J. A. Stress and nutritional quality of broilers. *Poult. Sci.*, Savoy, v.80, p.1384-1389, 2001.

USDA, United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service, January 2022.

VASCONSELOS, M. A. DA SILVA.; FILHO, A. B. DE MELO.; Conservação de alimentos. Disponível em: [http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_prod\\_alim/tec\\_alim/181012\\_con\\_alim.pdf](http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_prod_alim/tec_alim/181012_con_alim.pdf).

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. Características da carne de frango. Espírito Santo: UFES, p. 7. 2007. (Boletim Técnico: 01307 PIE).

VIEIRA, Maitê de Moraes. Qualidade de carcaças de frango de corte. 28p. Monografia - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

VIEIRA, S. L., Considerações sobre as características de qualidade de carne de frango e fatores que podem afetá-la. XV Simpósio Brasil Sul de Avicultura e VI Brasil Sul Poultry Fair, 2014.

VINCENSI, T. M.; HOCH, C.; SCHANNE, F. L.; SCHEER, F. A.; SCHMIDT, A.; STOLBERG, I. F.; MACHADO, J. M. Qualidade nutricional da carne de frango: revisão de literatura, 2017.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. In: *Meat Science*, v. 78, p. 343-358, 2008.

XIA X, Kong B, Liu J, Diao X, Liu Q. Influence of different thawing methods on physicochemical changes and protein oxidation of porcine longissimus muscle. *LWT Food Science and Technology* 2012; 46:280-286.

ZAPATA, J. F. F.; ANDRADE, A. A.; ASSUNÇÃO, G. B. *et al.* Avaliação preliminar do armazenamento em congelamento sobre a qualidade da carne de peito de frangos de dois tipos genéticos. *Braz. J. Food Tech.*, v. 9, n. 3, p. 185-191, jul./set. 2006.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE  
GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO  
INSTITUCIONAL  
Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário  
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010  
Goiânia | Goiás | Brasil  
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62)  
3946.3080  
www.pucgoias.edu.br | prodir@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

**Termo de autorização de publicação de produção acadêmica**

O(A) estudante: Doussa Gonçalves de Miranda  
do Curso de Zootecnia, matrícula 2016.2 0027 0024-8, telefone: (62) 9 9311-1939  
e-mail doussagomendes@gmail.com, na qualidade de titular dos  
direitos autorais, em consonância com a Lei n° 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de  
Curso intitulado  
Fatores pós-adolescentes que interferem na qualidade da longevidade  
gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do  
documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto  
(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI,  
QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de  
divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.  
Goiânia, 14/06/2022.

Assinatura Doussa G. de Miranda do(s) autor(es):  
Nome Doussa Gonçalves de Miranda completo do autor:

Assinatura [Handwritten Signature] do professor-orientador:  
Nome Utaíra Cordeiro de Almeida completo do professor-orientador: