

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA
PERDA DE MASSA EM CORTES DE FRANGO**

GEOVANNA MACHADO GUIMARÃES

Rio Verde, GO

2022

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

GOIANO - CAMPUS RIO VERDE

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA PERDA DE
MASSA EM CORTES DE FRANGO**

GEOVANNA MACHADO GUIMARÃES

Trabalho de Curso apresentado ao
Instituto Federal Goiano – Campus
Rio Verde, como requisito parcial
para a obtenção do Grau em Bacharel
em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Favareto

Rio Verde – GO

Fevereiro, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

G352i Guimarães, Geovanna Machado
 INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA PERDA
DE MASSA EM CORTES DE FRANGO / Geovanna Machado
Guimarães; orientador Rogerio Favareto. -- Rio
Verde, 2022.
 34 p.

 TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

 1. Frango. 2. IQF. 3. Perda de Massa. 4.
Congelamento rápido. I. Favareto, Rogerio , orient.
II. Título.

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES
TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Geovanna Machado Guimarães

Matrícula: 2016102200340480

Título do Trabalho: INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA PERDA DE MASSA EM CORTES DE FRANGO

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 10/03/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local Rio Verde, 04/03/2022.
Data

Guiana Machado Guimarães

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Rafael Faruqi

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 7/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) dezanove dia(s) do mês de fevereiro de 2022, às 13 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Rogério Favareto (orientador), Raphaela Gabri Bitencourt (membro) e Letícia Caroline Sousa Santos (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA PERDA DE MASSA EM CORTES DE FRANGO” da estudante Geovanna Machado Guimarães, Matrícula nº 2016102200340480 do Curso de Engenharia de Alimentos do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida a estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

(Nome do professor)

1. Orientador(a)

(Assinado Eletronicamente)

(Nome do membro)

2. Membro

(Assinado Eletronicamente)

(Nome do membro)

3. Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Leticia Caroline Sousa Santos, Leticia Caroline Sousa Santos - Membro externo - Instituto Federal Goiano (1), em 10/03/2022 13:18:34.
- Raphaela Gabri Bitencourt, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/03/2022 14:56:36.
- Rogerio Favareto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/03/2022 14:50:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/03/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 363409
Código de Autenticação: a9efd3ee3d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, Nono, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

A conclusão deste trabalho resume-se em dedicação, perseverança, coragem e muita força. E nada disso teria sido realizado se Deus não estivesse a minha frente a todo momento, me guiando, protegendo, livrando, abençoando, fortalecendo, abrindo e fechando portas. Sendo assim a dedicatória deste TCC vem primeiramente a Deus pois, se não fosse Ele com certeza eu não estaria aqui concluindo esta etapa. Em segundo dedico aos meus pais aqueles que sempre acreditaram em mim mesmo quando nem eu acreditava, aqueles que mesmo longe sempre se fizeram presente na forma e condição que tinham, aqueles que sempre foram minha fortaleza e meu refúgio, e por último dedico ao meu irmão e aos meus anjinhos (amigos) que Deus colocou em meu caminho para me ajudar a passar por essa fase. A vocês eu entrego do mais íntimo do meu coração a dedicatória desde TCC.

AGRADECIMENTOS

Gratidão é o sentimento que transborda em meu coração, grata a Deus por me dar o dom da vida e ser minha fortaleza, aquele que se faz presente em minha vida desde sempre e durante este período não foi diferente, quantas vezes o Senhor me carregou no colo quando eu já não tinha mais forças, que me fez forte e me encorajou quando o único sentimento era querer desistir, ao Senhor o meu sincero sentimento de gratidão.

Gratidão aos meus pais Elma e Cleomar por me apoiarem desde o momento que decidi sair de casa em busca dos meus sonhos, aqueles que acreditaram e confiaram em mim, aqueles que se alegravam comigo quando eu passava em uma disciplina mais aqueles que sofriam também com a rotina exaustiva de trabalho e faculdade. Aqueles que morriam de saudade pela distância, mas aqueles também que se alegravam a cada pequena conquista. Aqueles que mesmo longe sempre se fizeram presente. Obrigado por serem meu alicerce e minha fortaleza, essa vitória é para vocês.

Aos amigos que desde a época da fazenda se fizeram presente e me ajudaram a trilhar esse caminho. Gilmar, Suzy, Leticia, comadre Larissa obrigado por serem os irmãos que Deus me permitiu escolher nessa vida. Minha caminhada é mais feliz por ter vocês comigo, obrigado por cada palavra de força, por cada abraço, cada olhar, cada mensagem de whatsapp nos momentos mais difíceis e também nas alegrias, obrigado por terem enfrentado comigo este caminho o qual não foi nada fácil.

Aos meus tios, tias e primas que se fizeram presente em todos os momentos que era possível, o meu muito obrigada. Quantas idas e vindas de Rio verde a Goiânia, da fazenda a Rio verde, de Bela vista a Goiânia, se eu não tivesse tido vocês esses trajetos não teriam sido realizados. Tio Valdemar e tia Izabel, Tia Cleonice, Tia Jo, prima Tatielly e Juliana vocês são a família que carrego comigo, cada ida e vinda dessas ficaram gravadas e deixo aqui o meu sentimento de gratidão por ter os melhores comigo.

Aos amigos que a faculdade e Rio Verde me trouxe eu não poderia deixar de citar vocês aqui, Widi minha parceira de vida aquela que além de minha amiga me adotou em sua família, aquela que sempre segurou minha mão e me fez forte, que nunca deixou com que eu desistisse, que sempre me ajudou a superar as matérias difíceis e os amores kkkk, que se fez presente nos momentos de dor mais também nas alegrias, que me matava de raiva mais que arrancava o meu melhor sorriso, que aprendeu a conviver comigo o que não é muito fácil kkk, obrigada minha irmã por tudo. Aos parças das noites viradas estudando e de muitos perrengues Lorrane, Jessica, Samuel, Lidiane, Larissa, Juliana, Thatiane, Raquel, Amanda. Levarei cada um de vocês em

meu coração e na minha memória. Aos amigos Leticia Caroline, Daiane, Heitor, Higor, tia Lara, Larissa obrigado por todos os momentos incríveis que passamos todos juntos. Vocês terão pra sempre o lugarzinho só de vocês em meu coração. Não posso deixar de agradecer os compromissados que fizeram dos meus últimos anos em rio verde sem duvida os melhores, que passaram comigo um dos momentos mais difíceis da minha vida, Jordana, Claudemir, Moises, Gilson, Thamires, Diego, Nelsiane simplesmente gratidão por tudo que foram e são para mim.

Aos meus professores que fizeram das disciplinas uma forma de nos aproximar e de extrair o melhor de mim, muito obrigada por me olharem nos olhos, segurar minha mão, acreditar em mim e me mostrar que eu era capaz, Caique, Lismaira, Priscila, Leticia, Melissa, Favareto, Raphaela, Leandro, Marcio eu levarei de vocês as melhores lembranças destes anos, com muitos perrengues porém muito conhecimento.

Ao Instituto Federal Goiano deixo o meu muito obrigado, por me proporcionar o maior crescimento pessoal e profissional que pude ter até então. Obrigado por despertar o melhor de mim, obrigado por cada porta aberta, por cada bolsa de projeto de iniciação científica executado, por cada almoço me oferecido através da bolsa alimentação, obrigado por me ajudar através destas bolsas a me manter em Rio Verde. Obrigado por me fazer uma pessoa e uma profissional melhor. E por fim e não menos importante deixo meu último agradecimento a empresa júnior do meu curso hoje Quality consultoria por ter sido absolutamente tudo que eu precisava para me tornar a profissional de competência e confiante que sou hoje. Quality impossível falar de mim sem mencionar todo aprendizado, conhecimento, evolução, descobrimento, networking que este movimento me proporcionou. Um amor que nunca terá fim!

RESUMO

GUIMARAES, Geovanna Machado. **INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE CONGELAMENTO NA PERDA DE MASSA EM CORTES DE FRANGO**. 2022. Trabalho de curso (Curso Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

A qualidade das aves brasileiras e a eficiência da produção de frangos do Brasil tornaram o país o maior exportador de aves do mundo e o terceiro maior produtor. A qualidade da carne de frango é gradativamente mais exigida, os cortes e produtos desossados por exemplo estão sendo cada dia mais procurados para o processamento, devido à crescente demanda de produtos de fácil e rápido preparado. O congelamento é um dos métodos de conservação de carne que garante sua qualidade até chegar ao consumidor. O objetivo do presente estudo foi conhecer o perfil de perda de massa de cortes de frango (peito e coxa) pelo método de congelamento individual rápido IQF. Foi identificado na análise que o corte de coxa perdeu $10 \pm 0,0003$ gramas por peça enquanto o corte de peito teve uma perda de $16 \pm 0,005$ gramas por peça. Foi evidenciado no trabalho a distribuição do percentual de perda de água dos dois produtos, sendo o percentual médio de perda de massa peito de $0,86\% \pm 0,132\%$, e da coxa de $1,18\% \pm 0,078\%$. Dessa forma foi possível concluir que a perda de massa dos cortes de frango mostrou-se semelhante a perda de outras proteínas animais tais como crustáceos e peixes. Levando em consideração o elevado volume produzido e consumido de frango a perda se apresenta como uma ótima oportunidade de desenvolvimento tecnológico para os abatedouros de aves.

Palavras-chave: Frango, IQF, Perda de Massa, Congelamento rápido.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Consumo kg/hab de carne de frango - ABPA..... | 8 |
| Figura 2: Representação das principais etapas da cadeia produtiva da carne de aves - | 9 |
| Figura 3: Abate de frango no Brasil em 2019..... | 10 |
| Figura 4: Relação entre a temperatura, as reações de deterioração e o crescimento a produção de toxinas de alguns microrganismos de interesse dos alimentos. | 12 |
| Figura 5: Diagrama geral do processo de congelamento..... | 13 |
| Figura 6: Representação de túnel estático | 15 |
| Figura 7: Representação de túnel automático através de sistemas mecânicos | 15 |
| Figura 8: Representação de túnel em espiral | 16 |
| Figura 9: Curvas de congelação, mostrando as velocidades relativas de congelação a diferentes temperaturas..... | 17 |
| Figura 10 – Representação das fases de micro – cristalização que ocorrem durante um congelamento lento..... | 17 |
| Figura 11 – Representação da estrutura orgânica das células quando aplicado processos de ultracongelação..... | 18 |
| Figura 12: Túnel IQF de pista única com correias de congelamento de crosta de nível único ou duplo..... | 20 |
| Figura 13: Multi-lane IQF túnel Freezer com cintas de congelamento de crosta de nível único ou duplo..... | 21 |
| Figura 15: Coxa conforme especificação | 22 |
| Figura 14: Meio peito conforme especificação | 22 |
| Figura 16: Fluxograma do processo produtivo de IQF..... | 22 |
| Figura 17: Amostras posicionadas na esteira de alimentação do flat freezer | 23 |
| Figura 18: Meio peito congelado | 24 |
| Figura 19: Coxa congelada | 24 |
| Figura 20: Percentual médio de perda de massa dos produtos coxa e peito..... | 26 |

LISTA DE QUADRO

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Representação da temperatura em que se inicia o congelamento em alguns alimentos..... | 13 |
| Quadro 2: Comparação entre congelação rápida e congelação lenta..... | 19 |
| Quadro 3: Resultado médio dos testes de perda de massa do produto coxa..... | 25 |
| Quadro 4: Resultado médio dos testes de perda de massa do produto peito. | 25 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------|---|--------------------------------------|
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2. | REVISÃO DE LITERATURA | 8 |
| 2.1 | Produção de Aves | 8 |
| 2.2 | Frigorifico de carne de frango | 9 |
| 2.3 | Qualidade da carne de frango | 10 |
| 2.4 | Método de conservação - Congelamento..... | 11 |
| 2.4.1. | Tipos de congelamento | Erro! Indicador não definido. |
| 3. | MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 3.1 | Amostragem | 21 |
| 3.2 | Modelo experimental..... | 24 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 5. | CONCLUSÃO..... | 27 |
| 6. | REFERÊNCIAS | 27 |

4. INTRODUÇÃO

A qualidade das aves brasileiras e a eficiência da produção de frangos do Brasil tornaram o país o maior exportador de aves do mundo e o terceiro maior produtor. Cerca de um terço de todo o frango brasileiro produzido é exportado – 4,2 milhões de 13,8 milhões de toneladas em 2020 – para mais de 150 países em todo o mundo (CARDOSO, 2020).

A tecnologia está envolvida em toda a produção de frangos de corte. Os aviários possuem uma variedade de equipamentos para controlar o ambiente. Em todo o mundo, empresas e laboratórios de genes, assim como fábricas de ração animal, procuram desenvolver e aprimorar continuamente as famílias de aves de alto desempenho, com saúde, bem-estar animal, a um custo competitivo com outras carnes, sempre com a preocupação com a sustentabilidade da produção (EMBRAPA, 2021).

A qualidade da carne de frango é gradativamente mais exigida, os cortes e produtos desossados, por exemplo, estão sendo cada dia mais procurados para o processamento, devido à crescente demanda de produtos de fácil e rápido preparo (VIEIRA, 2007).

O congelamento é um dos métodos de conservação de carne que garante sua qualidade até chegar ao consumidor (XIA et al., 2012). Os principais objetivos deste método de preservação são inibir o crescimento microbiano, retardar as atividades metabólicas permitindo manter quase todas as características dos produtos e estocá-los por longos períodos (HE et al., 2013). Apesar de ser um dos métodos de conservação menos agressivos, o congelamento ainda produz modificações nos alimentos e a magnitude dessas alterações está diretamente relacionada à velocidade de congelamento. Dependendo de sua velocidade, o processo de congelamento pode ser classificado como lento ou rápido (SILVA, 2000).

Um dos métodos de congelamento rápido que vem ganhando cada dia mais espaço é o IQF - Individually Quick Frozen, o uso de fluidização tem várias vantagens em comparação com outros métodos de congelamento, uma vez que o produto é congelado rapidamente individualmente (IQF), o que é conveniente para partículas com tendência a grudar (Persson e Lohndal, 1993). A ideia dos alimentos ultracongelados individuais (IQF) surgiu com os primeiros desenvolvimentos tecnológicos voltados para o congelamento rápido. A necessidade de um meio eficaz de congelamento de pequenas partículas com potencial de aglomeração durante o processo é o objetivo do congelamento IQF. Legumes pequenos, camarões, batatas fritas, carne em cubos e frutas são alguns dos produtos agora congelados com essa tecnologia (CANOVAS, 2005).

As indústrias frigoríficas utilizam cada dia mais este método devido ao aumento da procura pelos consumidores, visto que os produtos são mais fáceis de serem manuseados pois, em uma embalagem por exemplo, que contenha pedaços de frango sairá do congelador com cada parte separada e não em um bloco grande e amorfo de carne. Vale ressaltar que a perda de massa está associada a questões econômicas visto que, quanto menos se perde em massa mais se ganha em rendimento e produtividade.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi conhecer o perfil de perda de massa de cortes de frango (peito e coxa) pelo método de congelamento individual rápido IQF.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1 Produção de Aves

A produção de carne de frango assegura ao Brasil o terceiro lugar dentre os produtores de aves do mundo, com 14.120 mil toneladas, ficando atrás apenas da China e EUA, estando em quarto no ranking de consumo e liderando a exportação de frango de corte (EMBRAPA, 2021).

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), a demanda por carne de frango cresce todos os anos e conseqüentemente o consumo per capita, o qual no ano de 2017 esteve em 42,07 kg/hab atingindo em 2020 a média de 45,27 kg/hab. A figura 1 apresentada a seguir o aumento do consumo de carne de frango nos últimos anos.



Figura 1: Consumo kg/hab de carne de frango [Fonte: ABPA].

5.2 Frigorífico de carne de frango

A série de etapas da produção de frangos de corte reúne diversas áreas que vão desde produtores de grãos e rações, transportadoras, abatedouros até o segmento de máquinas, fármacos, distribuição e cliente. O Brasil é atualmente o maior exportador mundial de carne de frango, atendendo mais de 150 países, graças à sua responsabilidade com a segurança alimentar, qualidade da carne brasileira e eficiência produtiva. A tecnologia está envolvida em toda a produção de frangos de corte. Os aviários possuem uma variedade de equipamentos para controlar o ambiente. Em todo o mundo, empresas e laboratórios de genes, assim como fábricas de ração animal, procuram desenvolver e aprimorar continuamente as famílias de aves de alto desempenho, com saúde, bem-estar animal, a um custo competitivo com outras carnes, sempre com a preocupação com a sustentabilidade da produção (EMBRAPA, 2021). A seguir na figura 2, pode ser visualizado toda a cadeia produtiva para a produção de aves.



Figura 2: Representação das principais etapas da cadeia produtiva da carne de aves [Fonte: EMBRAPA, 2021].

Os animais em questão são aves de rápido crescimento porque são muito eficientes na conversão de ração em carne, isso se dá aos resultados da ciência avícola do Brasil depois de décadas de pesquisa e desenvolvimento no campo, que correspondem a ganhos contínuos de produtividade e de eficiência. A região Sul do Brasil é responsável por 59% do abate de frango no país e nesta região se encontra os maiores frigoríficos da ave em questão (EMBRAPA, 2021). Na figura 3, estão distribuídas as regiões do Brasil com seus respectivos números de abate de frango.

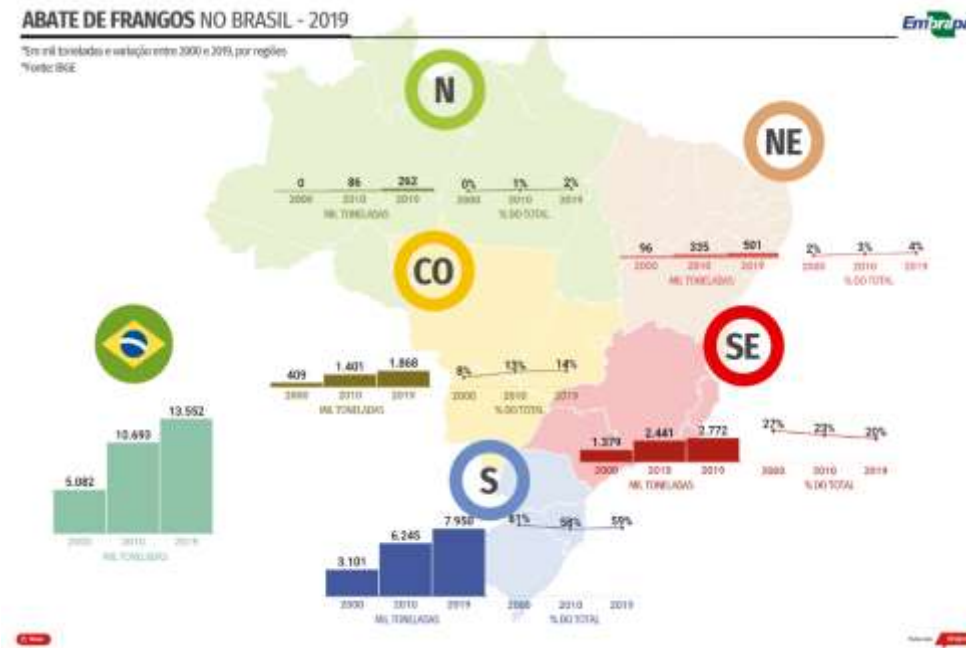


Figura 3: Abate de frango no Brasil em 2019 [Fonte: EMBRAPA, 2021].

5.3 Qualidade da carne de frango

A produção de carne de frango deve seguir etapas de manejo sanitário, as quais são de suma importância para se ter um produto final de qualidade. A portaria nº 62 de 10 de maio de 2018 descreve as etapas que devem ser seguidas para se ter um abate humanitário, respeitando todos os critérios de higiene, saúde, segurança e qualidade. Deve ressaltar que a qualidade da produção de carne de frango inicia-se com a genética, manejo sanitário, características e condições de transporte abrangendo a alimentação e o manejo destinado ao animal. Um dos pontos mais importantes da qualidade na carne de frango são os cuidados com a microbiologia, uma vez que deve ser controlada e seguida desde o abate a manipulação. Precedente ao processamento dos frangos ocorre a captura, engaiolamento e transporte até o frigorífico, onde muitos ficam em espera no local para só depois serem descarregados e processados. No momento da descarga as gaiolas são transportadas e abertas, no qual os frangos são presos por ganchos através de suas pernas e assim é feito todo o processo de abate e evisceração nos quais são retirados todo o sangue, penas e vísceras. Em seguida é realizada a inspeção, refrigeração, classificação, cortes, empacotamento (embalagem), armazenamento e despacho dos produtos (BRASIL, 2018).

A qualidade da carne de frango é gradativamente mais exigida, os cortes e produtos desossados por exemplo estão sendo cada dia mais procurados para o processamento, devido à crescente demanda de produtos de fácil e rápido preparo (VIEIRA, 2007).

5.4 Método de conservação - Congelamento

O uso do congelamento para a conservação de alimentos foi reconhecido pelos homens primitivos da pré-história, que constataram que em baixas temperaturas climáticas os alimentos que julgavam perecíveis conseguiam perdurar suas qualidades quase que inalteradas por longos períodos de tempo (COLLA e PRENTICE-HERNANDEZ, 2003).

Sabe-se que, quando se trata de alimentos de origem animal em grande parte eles se deterioram com grande facilidade assim como vários outros alimentos. Dessa forma os estudos durante os anos têm possibilitado aos pesquisadores encontrarem e desenvolverem métodos de conservação cada vez melhores e modernos que garantam a qualidade nutricional e visual dos alimentos. A textura dos alimentos é modificada pelo congelamento devido à desnaturação e agregação de proteínas (DAMORADAN et al., 2010) causada pela formação e crescimento de cristais de gelo e por processos associados à desidratação e à concentração de solutos no tecido muscular (XIA, et al., 2012).

A desidratação da carne durante o armazenamento sob condições de refrigeração contribui para uma perda de qualidade e uma perda econômica significativa devido à perda de peso. O motivo da desidratação se deve ao fato de a superfície da carne estar exposta à troca de calor e transferência de massa com o meio ambiente. A diferença entre a pressão do vapor de água na superfície do alimento e a pressão do ar é a força motriz para a desidratação (CAMPANONE et al, 2002). O mercado de alimentos congelados no Brasil tem forte potencial e tem apresentado elevado desenvolvimento, todavia tem perdido no ranking para os países europeus e Estados Unidos (SARANTOPOULOS et al., 2001).

É na metodologia da cadeia de frio que os alimentos são colocados em temperaturas baixas, usualmente por meio de um túnel de congelamento, o que faz com que alcancem a temperatura adequada para o armazenamento, congelando o mais rápido possível com temperatura final igual ou abaixo de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, tendo como resultante a cristalização. O método de conservação por meio do congelamento possui numerosas vantagens em relação aos demais métodos de conservação de alimentos, o mesmo quando é feito de forma adequada possibilita ao consumidor receber um produto de qualidade com pequena variação de suas qualidades nutricionais, sensoriais e visuais, colaborando assim para a identificação de uma boa qualidade do produto a ser comercializado (VIEIRA, 2007).

Sendo assim, o congelamento prolonga o período de conservação da carne de frango, reduzindo ou interrompendo a deterioração causada por microrganismos, enzimas ou agentes químicos (CASANOVA,2011).

Todo alimento contém um número variável de bactérias, leveduras e bolores que poderão provocar alterações significativas se estes tiverem em condições favoráveis para seu desenvolvimento. Deve ser levado em consideração que a temperatura é um dos fatores primordiais para tal crescimento. Na figura 4 pode ser analisado alguns exemplos de temperatura ótima para o crescimento de microrganismos e temperatura mínima abaixo da qual não podem de multiplicar (VASCONSELOS, 2010).

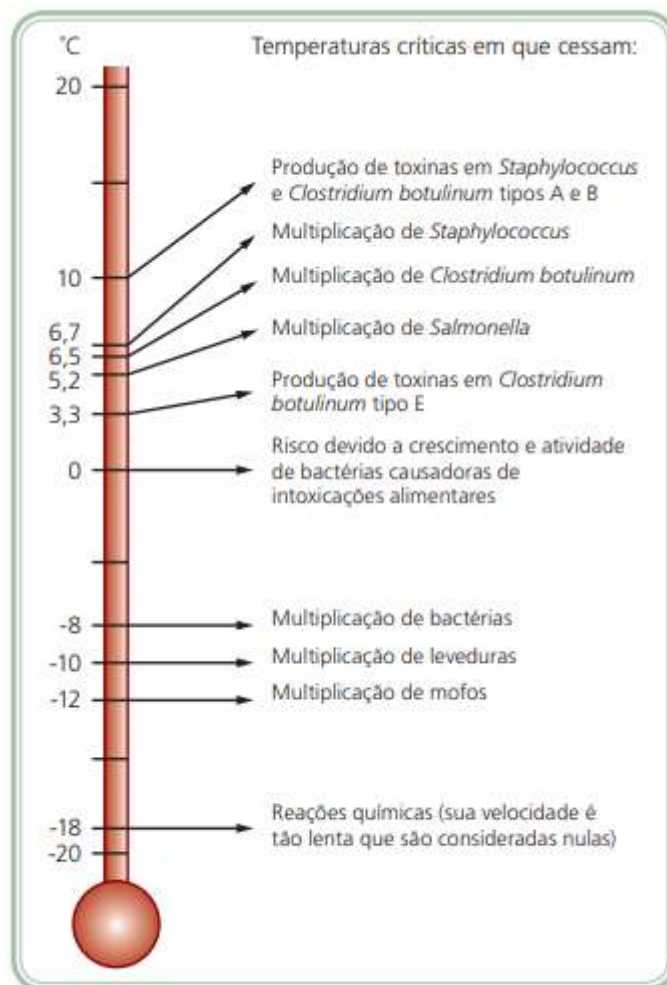


Figura 4: Relação entre a temperatura, as reações de deterioração e o crescimento a produção de toxinas de alguns microrganismos de interesse dos alimentos [Fonte: ORDONEZ, 2005].

O processo de congelamento consiste principalmente em fatores termodinâmicos e cinéticos, que podem dominar um ao outro em um determinado estágio do processo de congelamento (Franks, 1985). Os principais eventos térmicos são acompanhados pela redução do conteúdo de calor do material durante o processo de congelamento O material a ser

congelado primeiro esfria até a temperatura na qual a nucleação começa. Antes que o gelo possa se formar, é necessário um núcleo ou uma semente sobre a qual o cristal possa crescer; o processo de produção desta semente é definido como nucleação. Uma vez que o primeiro cristal aparece na solução, ocorre uma mudança de fase de líquido para sólido com crescimento adicional do cristal. Portanto, a nucleação serve como o processo inicial de congelamento, e pode ser considerada como a etapa crítica que resulta em uma mudança de fase completa (Sahagian e Goff, 1996). Na figura 5 está ilustração esquemática do processo geral de congelamento.

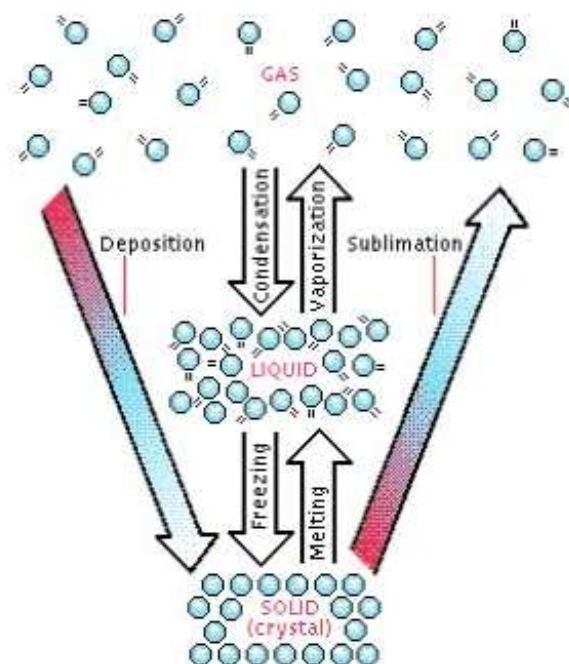


Figura 5: Diagrama geral do processo de congelamento [Fonte: CANOVAS, 2005].

A escolha da temperatura de congelamento vai depender do aspecto econômico e do tipo de produto. Na prática, usam em média temperaturas de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Quadro 1: Temperatura em que se inicia o congelamento em alguns alimentos.

| TIPOS DE ALIMENTOS | QUANTIDADE DE ÁGUA (%) | TEMPERATURA DE INÍCIO DE CONGELAMENTO ($^{\circ}\text{C}$) |
|--------------------|------------------------|--|
| Hortaliças | 78 - 92 | -0,8 a -2,8 |
| Frutas | 87 - 95 | -0,9 a -2,7 |
| Carne | 55 - 70 | -1,7 a -2,2 |
| Peixe | 65 - 81 | -0,6 a -2,0 |
| Leite | 87 | -0,5 |

| | | |
|-----|----|------|
| Ovo | 74 | -0,5 |
|-----|----|------|

Geralmente, o ponto de congelamento de uma solução é mais baixo do que o do solvente puro e, portanto, o ponto de congelamento dos alimentos é mais baixo do que o da água pura. Dessa forma, de um modo geral os alimentos congelam entre -1°C a -4°C e o processo pode ser lento ou rápido em função de sua velocidade de congelamento (CANOVAS, 2005).

Como mencionado, a cristalização do gelo compreende 2 passos: o primeiro é a formação do núcleo (nucleação) e o segundo é o posterior crescimento do mesmo (NGAPO et al., 1999).

O congelamento ideal da carne de frango se deve a indução do material à temperatura esperada de congelamento, esse processo pode ser classificado em cinco métodos imersão, refrigerante líquido, circulação forçada de ar, criogênico e placas. O de circulação forçada de ar e de placas são os dois mais utilizados, seguido de criogênico. O congelamento é um processo rápido, que evita a formação de grandes cristais de gelo na carne de frango. O túnel de congelamento deve ter temperatura entre -35°C e -40°C , com tempo de retenção para a maioria dos produtos de quatro horas, para que o produto atinja a temperatura de -18°C e mantenha-se bem conservado. (GONÇALVES, 2008).

O túnel de circulação de ar é baseado no princípio da transferência de calor por convecção, usa ar em alta velocidade (3-8 m/s) e temperatura baixa ($35-45^{\circ}\text{C}$), e é construído de diferentes maneiras. Uma delas é a estática, nos quais os produtos são colocados sobre bandejas de carrinhos, ou paletes, que são puxados para dentro do túnel. A distribuição do ar pode ser feita por ventiladores instalados ao longo do túnel, para que o gradiente de temperatura do ar seja menor e com valores praticamente iguais, como pode ser observado na figura 6. Já no modo automático (Figura 7) o produto é conduzido automaticamente ao longo do túnel por sistemas mecânicos, a fim de manter o tempo necessário para o congelamento do produto (NEVES FILHO, 1994).

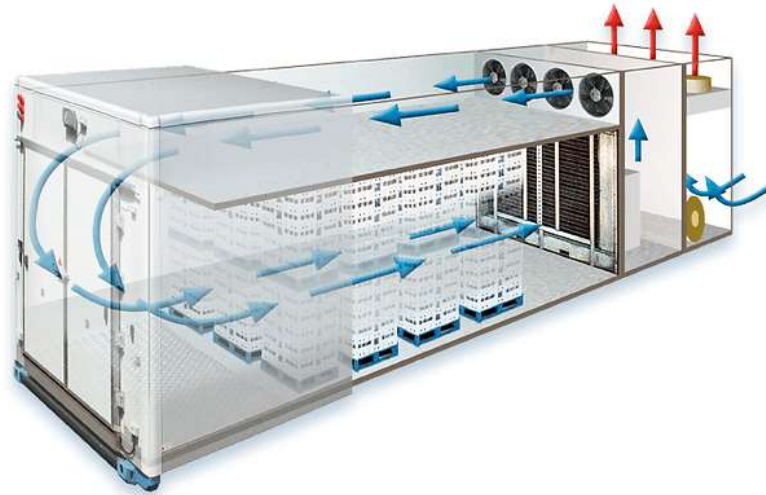


Figura 6: Representação de túnel estático
[Fonte: TOPCOOLER, 2020]



Figura 7: Representação de túnel automático através de sistemas mecânicos
[Fonte: FRIGOMAQ, 2020].

Os túneis de congelamento operam a uma temperatura de $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ e o método de congelamento modifica em relação ao produto a ser congelado. Quando se trata de frango inteiro demora cerca de 10 horas para que o produto consiga atingir a temperatura de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que assim saia do túnel de congelamento conforme esperado, pronto para seguir as próximas etapas do processo. (GONCALVES, 2008). Outro modelo de túnel que pode ser citado é o tipo espiral apresentado na figura 8, que dispõe de um ou dois cilindros para movimentar a esteira, a qual é montada em forma de espiral.



Figura 8: Representação de túnel em espiral
[Fonte:GRAKO, 2013].

Há diferentes tipos de congelamento, os quais são variáveis, principalmente, com relação às velocidades em que acontecem. Estas velocidades geralmente afetam as propriedades físicas e químicas da carne, que são os tipos lento e rápido. O congelamento é um excelente método de conservação da carne, uma vez que ocasiona poucas alterações no produto, quando comparado com outros métodos de conservação de alimentos, tais como salga ou defumação (ROÇA, 2000).

Se a taxa de remoção de calor for lenta, ou seja, se o congelamento for demorado, permanecendo demasiado tempo próximo dos $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ formam-se poucos núcleos, que posteriormente irão crescer até um grande tamanho nos espaços intercelulares, deformando e rompendo a parede celular das células adjacentes, provocando a sua desidratação e conseqüentemente a perda de matérias orgânicas e proteicas, prejudicando a qualidade e valor

alimentar do produto (POTTER, 1995). Na figura 9 está representado o diagrama com as velocidades relativas de congelamento a diferentes temperaturas.

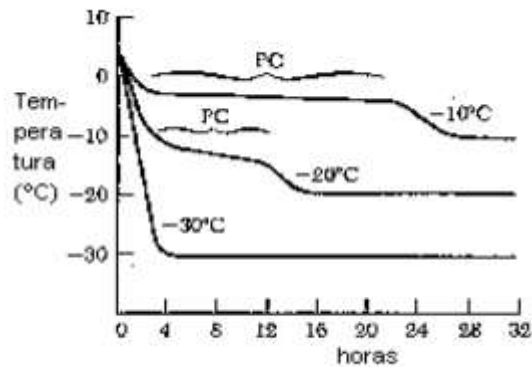


Figura 9: Curvas de congelamento, mostrando as velocidades relativas de congelamento a diferentes temperaturas [Fonte: FORREST et al., 1979]

No processo lento os produtos alimentares são colocados em câmaras de congelamento com temperatura entre $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Com estas condições o congelamento pode demorar entre 3 a 72 horas sendo os tradicionais congeladores domésticos um bom exemplo deste tipo de método, como demonstrado na figura 10 (LINDE, 2014).

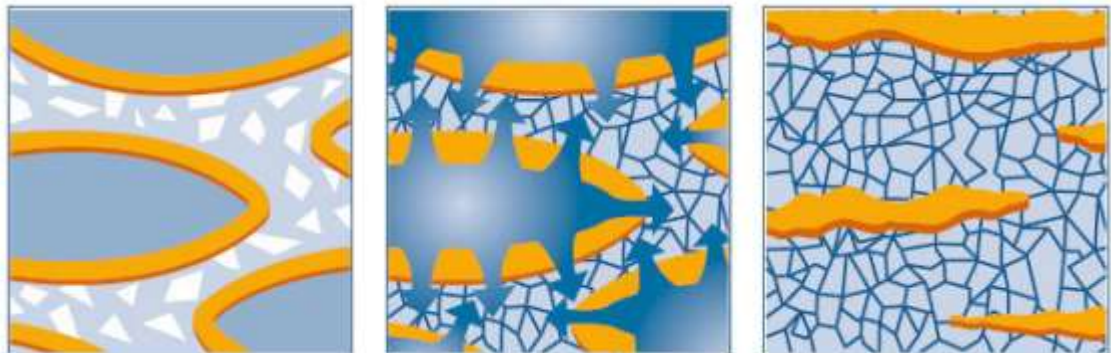


Figura 10 – Representação das fases de micro – cristalização que ocorrem durante um congelamento lento

Fonte: Linde, 2014

A faixa de temperaturas entre os 0 °C e os -4 °C é a mais crítica porque é neste intervalo que se dá o ponto de congelamento do produto como mencionado anteriormente e há a maior taxa de formação de cristais de gelo. É, portanto, imperativo que se passe essa faixa de temperaturas o mais rapidamente possível, aumentando a velocidade de congelamento. Assim, se a taxa de remoção de calor for rápida, ou seja, em um congelamento rápido forma-se uma grande quantidade de núcleos impossibilitando o seu crescimento, resultando conforme representado na figura 3, num tamanho final muito reduzido e uniforme de microcristais que não alteram de maneira significativa a textura do produto este processo pode ser observado na figura 11 (POTTER, 1995).

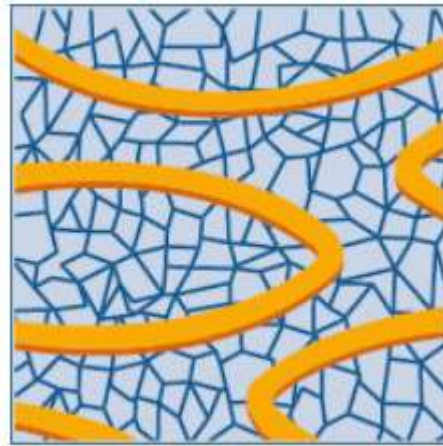


Figura 11 – Representação da estrutura orgânica das células quando aplicado processos de ultracongelamento [Fonte: Linde, 2014]

Tanto no processo lento como no processo rápido, podem ser usados dois tipos de ventilação, ventilação natural e ventilação forçada, embora no processo rápido seja recomendável o uso de ventilação forçada, de modo a diminuir o tempo de congelamento. O quadro 2 resume as principais diferenças entre o congelamento rápido e lento.

Quadro 2: Comparação entre congelamento rápida e congelamento lenta

| Congelação Rápida | Congelação Lenta |
|--|---|
| Formação de pequenos cristais de gelo | Formação de grandes cristais de gelo |
| Breve exposição a substâncias adversas | Longa exposição a substâncias adversas |
| Nenhuma adaptação a baixas temperaturas | Adaptação gradual a baixas temperaturas |
| Choque térmico | Nenhum efeito de choque térmico |
| Nenhum efeito protetor | Acumulação concentrada de solutos com efeitos benéficos |
| Microrganismos congelados em cristais | |
| Evita o desequilíbrio metabólico interno | |

[Fonte: DINCER, 2003].

Não se deve, porém, afirmar que o congelamento rápido é benéfico para todos gêneros alimentícios. De fato, um congelamento muito rápido, pode ser prejudicial para certos produtos, pois pode induzir defeitos na textura de produtos mais sensíveis, tornando-a mole e/ou esponjosa. Estes danos estão principalmente relacionados com as queimaduras por frio que podem originar também alteração de cor (DINCER, 2003).

5.4.1 Túnel de congelamento IQF

O congelamento em túneis é o método mais empregado na indústria de carnes. São utilizados túneis ou salas equipadas com ventiladores. O ar constitui o meio de transferência de calor por convecção, a velocidade que se transfere calor é muito mais rápida do que os congeladores com ar imóvel. Neste método ocorre o congelamento rápido e estes túneis apresentam temperaturas em torno de -30 °C (ROÇA, 2000).

Outro método de congelamento rápido que vem ganhando cada dia mais espaço é o IQF - Individually Quick Frozen (rápido congelamento individual, em tradução livre). Essa tecnologia tem como objetivo congelar os alimentos de forma individual, garantindo um congelamento rápido e dessa forma mantendo praticamente iguais suas características.

Nas indústrias frigoríficas o mesmo vem sendo cada dia mais utilizado e procurado pelos consumidores, visto que os produtos são mais fáceis de serem manuseados pois, em uma

embalagem por exemplo, que contenha pedaços de frango, este sairá do congelador com cada parte separada e não em um bloco grande e amorfo de carne.

Os congeladores de túnel IQF de pista única com correias de congelamento de crosta de nível único ou duplo são ideais para produtos uniformes com o mesmo tempo de congelamento. Já os *multi-lane IQF túnel Freezer* com cintas de congelamento de crosta de nível único ou duplo são ideais para vários produtos com diferentes tempos de congelamento (SKAGINN, 2021).

Nas figuras 12 e 13 pode ser observado os dois modelos de túnel IQF.

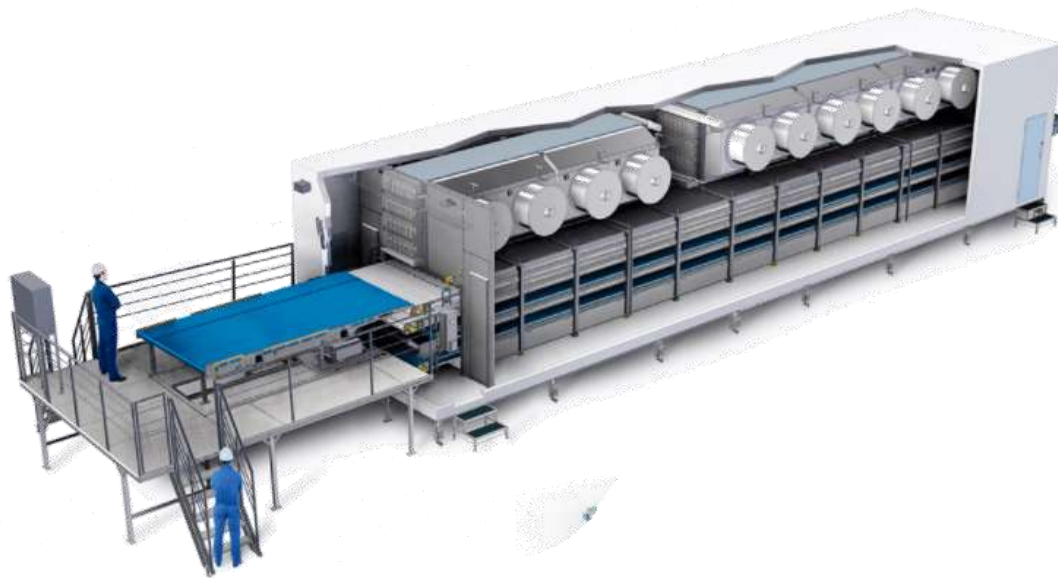


Figura 12: Túnel IQF de pista única com correias de congelamento de crosta de nível único ou duplo [Fonte: SKAGINN, 2021].

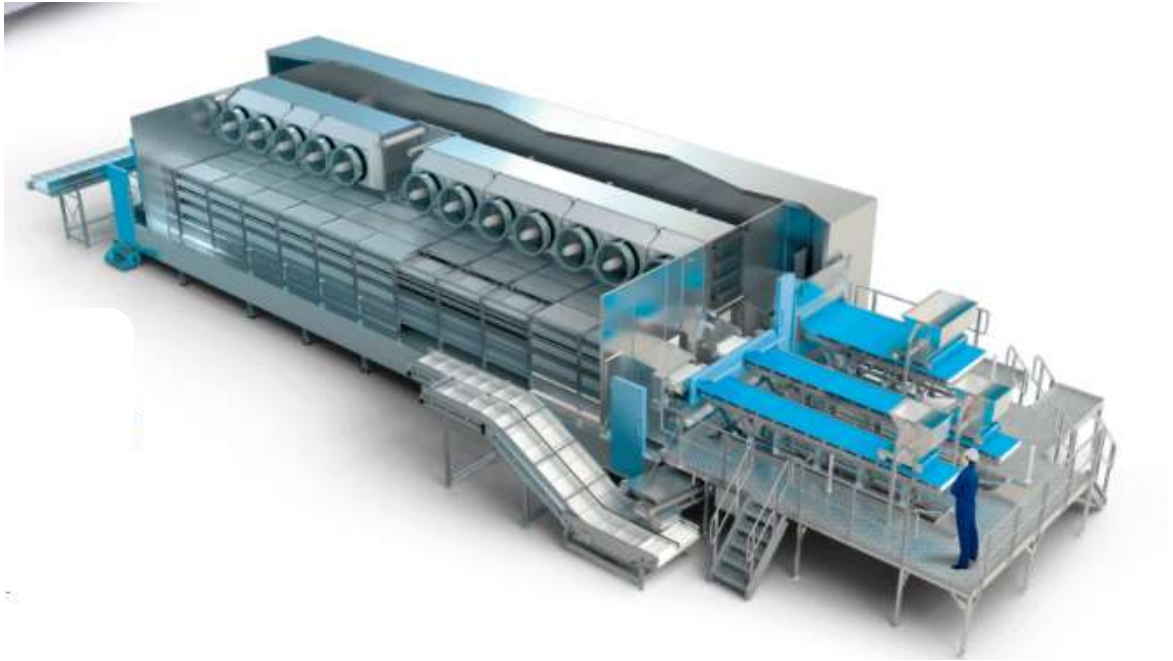


Figura 13: Multi-lane IQF túnel Freezer com cintas de congelamento de crosta de nível único ou duplo [Fonte: SKAGINN, 2021].

O funcionamento dos túneis varia conforme o produto que deseja congelar visto que eles são flexíveis para acomodar quaisquer produtos. O alimento é posicionado de forma individual sobre uma esteira de alimentação e segue para ser congelado sob uma esteira de metal revestida de Teflon onde nesta primeira etapa acontece um processo de convecção e condução, na qual o produto percorre toda a superfície e depois transpassa por mais duas esteiras de exposição ao frio através de uma fonte de ar forçada as esteiras são chamadas full e enfim o produto final é totalmente congelado com uma temperatura de superfície e exposição muito fria estando preparado para sair do túnel e seguir para ser embalado.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Amostragem

Todas as amostragens de peito e coxa de frango foram realizadas com a linhagem Ross com idade de 32 dias de vida e peso vivo entre 2,400 a 2,800 kg. Foram coletadas em abatedouro frigorífico devidamente registrado no Serviço de Inspeção Federal (SIF) e seguindo todas as normas descritas na portaria 210 do MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento).

As amostras foram escolhidas de forma aleatória seguindo as especificações do produto peito e coxa. Meio peito de frango sem osso, sem pele e livre de hematomas e coxa com osso, pele e livre de hematomas e fraturas conforme apresentados nas figuras 14 e 15.



Figura 14: Meio peito conforme especificação.

Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 15: Coxa conforme especificação.

Fonte: Acervo Pessoal

O procedimento experimental foi seguido conforme fluxo da Figura 16.



Figura 16: Fluxograma do processo produtivo de IQF. Fonte: Acervo Pessoal

O presente estudo foi realizado em um período de sete dias consecutivos, com coleta de amostras (6 unidades) uma vez ao dia seguindo fluxo demonstrado na Figura 16, respeitando todas as normas de boas práticas de produção (BPO), preconizadas em legislação bem como as especificações de produção do fabricante do equipamento (Flat Freezer Skaggin) no abatedouro frigorífico situado no estado de Goiás, com o objetivo de identificar a perda de massa através do processo de congelamento individual rápido (IQF) de cortes de frango (peito e perna).

Antes do produto ser enviado para o setor de IQF foi realizado o corte, classificação e seleção dos mesmos. A figura 17 ilustra o momento exato de quando foi realizada a última classificação e seleção da matéria-prima e, em seguida, foi realizado o posicionamento do produto na esteira de alimentação do flat freezer na entrada do túnel de congelamento. Após a esteira ser alimentada, esta leva o produto para dentro do túnel de congelamento onde ele entra em contato com três esteiras que permite o produto realizar junto ao ambiente o processo de

congelamento rápido. O percurso por todo o túnel de congelamento levou em média 50 min com Nas temperatura de congelamento média de $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. figuras 18 e 19 observa-se o produto após a saída do freezer, onde é imediatamente destinado a pesagem em balança multicabeçote seguido da etapa de embalagem primaria de acordo com o fluxograma (Figura 16). A pesagem dos cortes foi realizada logo após a saída do freezer pelo fato de ser idealmente a única etapa de perda de massa do processo de produção IQF.



Figura 17: Amostras posicionadas na esteira de alimentação do flat freezer.

Fonte: Acervo Pessoal.



Figura 18: Meio peito congelado.

Fonte: Acervo Pessoal



Figura 19: Coxa congelada.

Fonte Acervo Pessoal.

6.2 Modelo experimental

O software utilizado para realização dos cálculos foi o Microsoft Office Excel 2016. Os objetivos da análise estatísticas dos dados obtidos nas amostragens é conhecer o perfil de perda de massa dos produtos analisados pelo método de congelamento individual rápido IQF.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 é possível verificar a média dos resultados obtidos para os testes com o produto coxa. O peso médio inicial das peças foi de 838, $\pm 0,0668$ gramas, variando entre 912 e 741 gramas. Podemos observar também que o peso médio final obtido no estudo foi de 828 $\pm 0,0666$ gramas. Sendo assim, a perda de massa média da coxa de frango após o congelamento foi de $10 \pm 0,0003$ gramas por peça.

Quadro 3: Resultado médio dos testes de perda de massa do produto coxa.

| TESTE | AMOSTRAS | Massa INICIAL (kg) | Massa FINAL (kg) | PERDA DE MASSA (kg) |
|-------|----------|--------------------|------------------|---------------------|
| 1 | 6 | 0,890 | 0,880 | 0,010 |
| 2 | 6 | 0,890 | 0,880 | 0,010 |
| 3 | 6 | 0,815 | 0,805 | 0,010 |
| 4 | 6 | 0,750 | 0,741 | 0,009 |
| 5 | 6 | 0,922 | 0,912 | 0,010 |
| 6 | 6 | 0,760 | 0,750 | 0,010 |
| 7 | 6 | 0,836 | 0,826 | 0,010 |

O Quadro 4 ilustra a média dos resultados obtidos para os testes com o produto peito de frango. O peso médio inicial das peças foi de $1790 \pm 0,710$ gramas, variando entre 1990 e 1144 gramas. Podemos observar também que o peso médio final obtido no estudo foi de $1774 \pm 0,795$ gramas. Sendo assim, a perda de massa média do peito de frango após o congelamento é de $16 \pm 0,005$ gramas por peça.

Quadro 4: Resultado médio dos testes de perda de massa do produto peito.

| TESTE | AMOSTRAS | PESO INICIAL (kg) | PESO FINAL (kg) | PERDA DE PESO (kg) |
|-------|----------|-------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | 6 | 1,990 | 1,975 | 0,015 |
| 2 | 6 | 1,990 | 1,975 | 0,015 |
| 3 | 6 | 1,830 | 1,815 | 0,015 |
| 4 | 6 | 1,231 | 1,217 | 0,014 |
| 5 | 6 | 1,144 | 1,134 | 0,010 |
| 6 | 6 | 1,705 | 1,691 | 0,014 |
| 7 | 6 | 1,790 | 1,774 | 0,016 |

Para o estudo da perda de massa do peito de frango os dados obtidos nos testes realizados foram utilizados para identificar o percentual médio e perfil de perda de massa das amostras. Na Figura 20, podemos evidenciar a distribuição do percentual de perda de água dos dois produtos, sendo o percentual médio de perda de massa do peito de $0,86\% \pm 0,132\%$, e da coxa de $1,18\% \pm 0,078\%$.

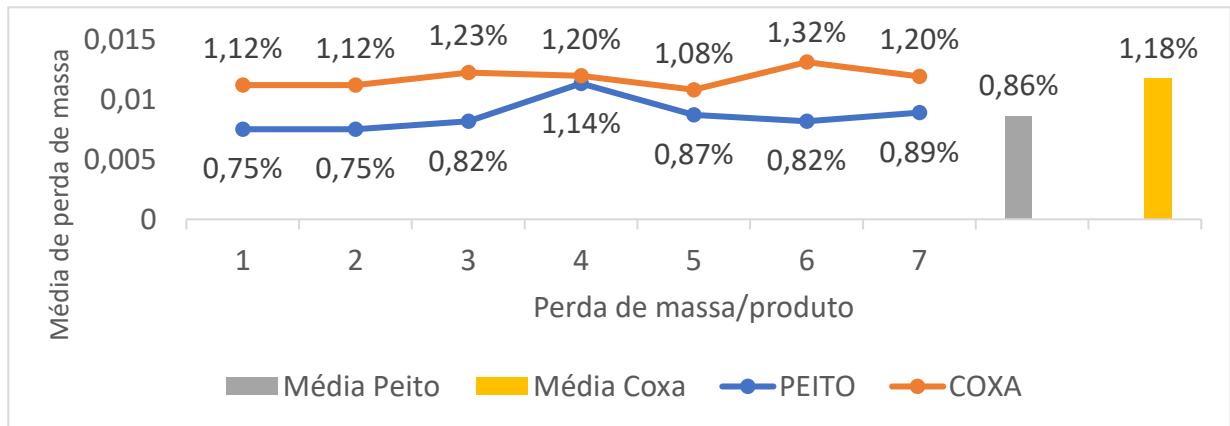


Figura 20: Percentual médio de perda de massa dos produtos coxa e peito.

Segundo Campanõne et al. (2002), a perda de peso durante o processo de congelamento é em média 1% em camarões, podendo ser maior dependendo do tipo de equipamento e do método utilizado.

Segundo a FAO (*Food and Agriculture Organization*) a perda de peso pelo congelamento pode variar através do produto e tipo de congelamento como por exemplo, o camarão pode variar sua perda de massa em 2 a 2,5%, seguido da arinca que possui nome científico *Melanogrammus aeglefinus* que após o processo de congelamento pode perder até 1,2% de massa (FAO, 2008).

Na figura 20 pode ser observado um pico na perda de peso do corte de peito de frango, este evento pode ser explicado por uma variação de temperatura dentro do túnel de congelamento, o que pode ter ocasionado uma ineficiência no processo, e conseqüentemente variação da perda de massa da amostra.

A literatura relacionada à conservação de alimentos oferece poucos trabalhos voltados à quantificação das perdas de peso durante o armazenamento congelado. Astrom (1972) relatou dados gerais de perda de peso no congelamento de alimentos, onde se encontra um valor mínimo de cerca de 1%, que pode ser maior dependendo do tipo de equipamento e método de congelamento utilizado. Lambrinos e Aguirre Puente (1983) construíram um túnel de

congelamento para medir a perda de peso durante o congelamento de batatas. Méndez Bustabad (1999) registrou dados experimentais sobre a perda de peso durante o armazenamento congelado de longo prazo (seis meses) de quartos bovinos e costeletas suínas. Os resultados relatados para o congelamento em túneis ficaram entre 0,05% (carne embalada com polietileno e em caixas de papelão) e 1,20% (quartos não embalados). Durante o armazenamento congelado, o valor máximo de perda de peso foi de 7,36% (costas de porco) e o mínimo foi de 1,30% (costas de porco em polietileno).

Campan (2002) realizou experimentos com diversos produtos cárneos (hambúrgueres, almôndegas, cilindros de carne bovina e lascas de frango) sob diferentes condições de ar: temperatura (- 40 °C a - 20 °C), umidade relativa (50-95%) e velocidade do ar (1- 5m/s). A perda de peso ocorrida durante o congelamento variou entre 0,28 e 2,98%, enquanto os valores globais correspondentes às duas etapas (congelamento mais armazenamento até atingir 1200 min de refrigeração) variaram entre 1,67 e 6,15%. Sendo assim os resultados encontrados neste estudo estão dentro da margem encontrada em demais trabalhos.

Vieira (2007) mostrou em seu trabalho que os valores de perda de água por exsudação são bem maiores quando comparado a perda de água por congelamento rápido. Ele encontrou um valor de exsudado em suas análises de peito de frango de machos e fêmeas após o processo de congelamento que variaram de 2,71% a 3,80%. O mesmo explica se este elevado percentual está relacionado a uma maior desnaturação da proteína na fase inicial do congelamento e pela queima pelo frio.

8. CONCLUSÃO

A perda de massa dos cortes de frango mostrou-se semelhante a perda de outras proteínas animais tais como crustáceos e peixes. Levando em consideração o elevado volume produzido e consumido de frango a perda se apresenta como uma ótima oportunidade de desenvolvimento tecnológico para os abatedouros de aves.

9. REFERÊNCIAS

- ASTROM, S.; **Freezing equipment influence on weightlosses**. Tiefkuhl-Praxis International 2: 14–19. 1972.
- CANOVAS, G. V. B.; ALTUNAKAR, B.; LORIO, D. J. M.; **Freezing of fruits and vegetables an agri-business alternative for rural and semi-rural áreas**. Disponível em: <https://www->

fao-org.translate.google/3/y5979e/y5979e00.htm?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=pt&_x_tr_hl=pt-BR&_x_tr_pto=op,sc. Acesso em: 13 fev. 2022

CARDOSO, L. S.; **Brasil é o maior exportador de carne de frango do mundo.** Disponível em: <https://agrosaber.com.br/brasil-e-o-maior-exportador-de-carne-de-frango-do-mundo/>. Acesso em: 13 fev. 22.

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.

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

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

DINCER, I.; **Refrigeration Systems and Applications.** England: Wiley, 2003.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema.** Artmed Editora, 2018.

EMBRAPA. **Embrapa suínos e aves.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>. Acesso em: 5 dez. 21.

FELLOWS, P. **Food processing technology.** Boca Raton: CRC Press, 1987

FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. **Fundamentos de ciencia de la carne.** Zaragoza: Acribia, 1979. 363p.

FRIGOMAQ. **Tunel de congelamento continuo.** Disponível em: http://www.frigomaq.net.br/arquivos_internos/index.php?abrir=produtos&acao=saiba_mais&id=126&categoria=9. Acesso em: 13 fev. 22.

GONÇALVES, C. R. **Fluxograma de Abate de Aves.** Instituto Qualittas. Curso de Pós Graduação em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal. 2008.

GRAKO, E.; **Tuneis de congelamento.** Disponível em: https://grakoengenharia.com.br/tuneis_congelamento.php. Acesso em: 13 fev. 22.

LAMBRINOS, G. P.; AGUIRRE, P. J.; **Deshydration des milieux disperse's congele's. Influence des conditions d'entreposage sur les pertes de masse.** In: Proceedings of the XVI International Congress of Refrigeration. Vol. 2. Paris, France. pp. 567–573. 1983.

LINDE.; **Congelação e arrefecimento de Alimentos,** Rev.02, 2014

- MACKIE, I.M. **The effects of freezing on flesh proteins.** Food Reviews International, Vol. 9, nº 4, p. 575-610, 1993.
- MENDEZ, B. O.; **Weight loss during freezing and the storage of frozen meat.** Journal of Food Engineering 41: 1-11. 1999.
- NEVES FILHO, L. C. **Refrigeração In: Abate e Processamento de Frangos.** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, p.31-62, 1994.
- NGAPTO, T.M., BABARE, I.H., REYNOLDS, J., MAWSON, R.F. **A preliminar investigation of the effects of frozen storage on samples of pork.** Meat Science, Vol. 53, p. 169-177, 1999.
- ORDONEZ, J. A.; **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos.** Porto Alegre: Artmed, 2005.
- Olivo R, Olivo N. O mundo das carnes:ciência, tecnologia & mercado. Criciúma: Ed do Autor; 2006.
- ROÇA, R. O. **Congelação.** Botucatu: FCA-UNESP, 2000 artigo técnico.
- POTTER, N. N. **Food Science.** New York: Academic, p.713, 1995
- ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, 2000.
- ROSA, P. S.; ÁVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar suas potencialidades.** Comunicado Técnico, Embrapa Suínos e Aves, n. 250, p.1-4. 2000.
- TAUB, I.A., SINGH, R.P. **Freezing preservation of fresh foods: Quality aspects.** In: TAUB, I.A., SINGH, R.P. Food Stability. Boca Raton: CRM Press, 1998.
- TOPCOOLER. **Tunel de congelamento rápido.** Disponível em: <https://www.topcooler.com.br/tunel-de-congelamento-rapido>. Acesso em: 13 fev. 22.
- 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. Acesso em: 13 fev. 2022.
- VIEIRA, E.T.T. **Influência no Processo de Congelamento na Qualidade do Peito de Frango.** Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. URI. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. 2007.
- He X, Liu R, Nirasawa S, Zheng D, Liu H. **Effect of high voltage electrostatic field treatment on thawing characteristics and post-thawing quality of frozen pork tenderloin meat.** Journal of Food Engineering 2013;115:245-250

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.