

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

VALDEON BATISTA DE OLIVEIRA FILHO

**PROPOSTA DE MELHORIA E AUTOMAÇÃO DE LINHA DE ABATE DE
FRANGOS EM INDÚSTRIA DA REGIÃO DE ITUMBIARA**

ITUMBIARA

2021



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), 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 IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Valdeon Batista de Oliveira Filho

Matrícula: 20142040070191

Título do Trabalho: proposta de melhoria e automação de linha de abate de frangos em indústria da região de Itumbiara

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

- i. 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;
- ii. 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 de Goiás 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;
- iii. 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 de Goiás.

Itumbiara-GO, 19/01/2022.

Local

Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

VALDEON BATISTA DE OLIVEIRA FILHO

**PROPOSTA DE MELHORIA E AUTOMAÇÃO DE LINHA DE ABATE DE
FRANGOS EM INDÚSTRIA DA REGIÃO DE ITUMBIARA**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado(a) como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista ao Departamento de Áreas Acadêmicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – *Campus* Itumbiara, na área de Sistema Elétrico de Potência.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Régis Bernadeli;

Coorientador: Prof. Me. Wellington do Prado.

ITUMBIARA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

048p

Oliveira Filho, Valdeon Batista de

Proposta de melhoria e automação de linha de abate de frangos em indústria da região de Itumbiara. Valdeon Batista de Oliveira Filho. -- Itumbiara, 2021.

53 p. : il. color.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2021.

Orientador: ProfºDrº Vitor Régis Bernadeli

Coorientador: Profº Ms. Wellington do Prado

1. Automação industrial. 2. Frigorífico - Itumbiara.

I. Título. II. Goulart, Simone Machado. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 629.8045

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/6184



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

Termo de Aprovação

Valdeon Batista de Oliveira Filho

PROPOSTA DE MELHORIA E AUTOMAÇÃO DE LINHA DE ABATE DE FRANGOS EM INDÚSTRIA DA REGIÃO DE ITUMBIARA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 06 de janeiro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Eng. Eduardo Moraes dos Santos - Membro

BRF Brasil Foods, Buriti Alegre

Prof. Msc. Wellington do Prado - Membro

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Prof. Dr. Victor Régis Bernadeli - Orientador

Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

Documento assinado eletronicamente por:

- **Wellington do Prado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/01/2022 17:58:20.
- **Victor Regis Bernardeli, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 06/01/2022 17:46:22.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/01/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 234743

Código de Autenticação: 0996bd76ed



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Avenida Furnas, nº 55, Bairro Village Imperial, ITUMBIARA / GO, CEP 75524-010

(64) 2103-5612 (ramal: 5612)

Página de assinaturas



Eduardo Santos
038.650.591-80
Signatário

HISTÓRICO

- | | | |
|--------------------------------|---|--|
| 10 jan 2022
14:37:57 |  | Victor Régis Bernardeli criou este documento. (E-mail: victor.bernardeli@ifg.edu.br) |
| 24 jan 2022
10:23:35 |  | Eduardo Moraes dos Santos (E-mail: eduardomoraissifg@gmail.com, CPF: 038.650.591-80) visualizou este documento por meio do IP 143.255.151.9 localizado em Buriti Alegre - Goiás - Brazil. |
| 24 jan 2022
10:23:49 |  | Eduardo Moraes dos Santos (E-mail: eduardomoraissifg@gmail.com, CPF: 038.650.591-80) assinou este documento por meio do IP 143.255.151.9 localizado em Buriti Alegre - Goiás - Brazil. |



“O SEGREDO DO SUCESSO É A CONSTÂNCIA DO PROPÓSITO”. **Benjamin Disraeli.**

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a elaboração de uma proposta de melhoria, que visa a automação da retirada de carcaça da esteira de cones, na Sala de Cortes da empresa. A oportunidade desse trabalho surgiu após a direção do frigorífico determinar o início das buscas por pontos com oportunidades de reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência do processo. Em termos de ganho para a unidade, será possível a redução de dois postos operacionais no local, os colaboradores ficarão disponíveis para serem realocados para outros setores sob demanda, redução de riscos de acidentes devido o manuseio de facas na linha e redução de riscos ergonômicos devido a movimentação repetida e constante desses colaboradores. O desenvolvimento da pesquisa se deu através do método de pesquisa-ação, onde foi analisado todo o fluxo do processo industrial, análise da situação atual e, posteriormente, para a caracterização da proposta de melhoria. Na proposta, é detalhada a mudança de layout que será necessária para colocar os novos equipamentos. E em seguida, os demais itens, componentes, modificações e as considerações gerais serão divididas em pacotes das áreas: mecânica, elétrica e civil. Lembrando que as alterações apresentadas nesse trabalho foram desenvolvidas e, principalmente alinhadas de acordo com a necessidade e a consenso da empresa.

Palavras-chave: Proposta de melhoria. Automação industrial. Frigorífico.

ABSTRACT

The present work has as objective the elaboration of an improvement proposal, which aims the automation of the removal of carcass from the cone conveyor, in the Cuts Room of the company. The opportunity for this work arose after the slaughterhouse's management decided to start searching for points with opportunities to reduce operating costs and improve process efficiency. In terms of gain for the unit, it will be possible to reduce two operational posts at the site, employees will be available to be relocated to other sectors on demand, reducing the risk of accidents due to handling knives on the line and reducing ergonomic risks due the repeated and constant movement of these collaborators. The development of the research took place through the research-action method, where the entire flow of the industrial process was analyzed, analysis of the current situation and, later, for the characterization of the improvement proposal. In the proposal, the layout change that will be necessary to place the new equipment is detailed. And then, the other items, components, modifications and general considerations will be divided into packages in the areas: mechanics, electrical and civil. Remembering that the changes presented in this work were developed and, mainly, aligned according to the need and consensus of the company.

Keywords: Improvement proposal. Industrial Automation. frigoríficos.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - "Pirâmide da Automação"	21
Figura 2 - Exemplo de Botoneiras.....	22
Figura 3 - Exemplo de Relés	23
Figura 4 - Exemplo de Disjuntores.....	24
Figura 5 - Exemplo de Atuadores.....	25
Figura 6 - Exemplo de Sensores	26
Figura 7 - Exemplo de Inversores de Frequência	27
Figura 8 - Exemplo de CLP.....	28
Figura 9 - Exemplo de IHM	29
Figura 10 - Fluxo do processo - Parte 1.....	33
Figura 11 - Fluxo do processo - Parte 2.....	34
Figura 12 - Fluxo do processo - Parte 3.....	35
Figura 13 - Fluxo do processo - Parte 4.....	36
Figura 14 - Fluxo do processo - Parte 5.....	37
Figura 15 - Fluxo do processo - Parte 6.....	38
Figura 16 - Fluxo do processo - Detalhes no local da proposta.	39
Figura 17 - Primeiro ao quinto colaborador	39
Figura 18 - Sexto colaborador	40
Figura 19 - Itens contemplados na proposta de melhoria.	41
Figura 20 - Comparação dos layouts.	42
Figura 21 – Localização dos itens.	44
Figura 22 - Tubulação atual.....	45
Figura 23 - Adaptação da tubulação desejada.	46
Figura 24 - Retenção de material.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 AVICULTURA NO BRASIL.....	16
3.1 FASES DA AVICULTURA NO PAÍS	16
3.2 PRODUÇÃO BRASILEIRA DE CARNE DE FRANGO	17
4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS	19
4.1 CONCEITO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	19
4.2 BREVE RELATO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	19
4.3 ARQUITETURA DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	20
4.4 DISPOSITIVOS COMUNS EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	22
4.4.1 Acionadores	22
4.4.2 Atuadores	24
4.4.3 Sensores.....	25
4.4.4 Inversores de Frequência.....	26
4.4.5 Controlador Logico Programável.....	27
4.4.6 Interface Homem-Máquina	28
4.5 INDÚSTRIA 4.0	29
4.5.1 Conceito da Indústria 4.0.....	29
4.5.2 Indústria 4.0 no Brasil	30
5 DETALHES DO PROCESSO.....	32
5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO FRIGORÍFICO.....	32
5.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO NO LOCAL DA PROPOSTA	38
6 PROPOSTA DE MELHRIA	41
6.1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE MELHORIA	41
6.2 PACOTE MECÂNICO.....	42
6.3 PACOTE ELÉTRICO	43
6.4 PACOTE CIVIL.....	45
7 CONSIDERAÇÃO FINAIS.....	48
7.1 CONCLUSÕES	48
7.2 SUGESTÕES PARA TRABALOS FUTUROS	49
REFERÊNCIAS	50

1 INTRODUÇÃO

O processo produtivo em frigoríficos é uma tarefa bastante complexa. O grande número de atividades e colaboradores envolvidos nos fluxos, desde o recebimento do frango vivo até a expedição dos produtos, requer um custo elevado para produção. Um dos grandes desafios das empresas atualmente é melhorar a qualidade dos produtos e produzir mais utilizando menos recursos. As mudanças econômicas ocorridas desde os primórdios da produção fabril, tem intensificado a competitividade em contexto mundial e reestruturado os pilares da produtividade. O sucesso e a sobrevivência empresarial estão diretamente relacionados às exigências do mercado consumidor. Fatores como a qualidade e confiabilidade do produto são os novos princípios do setor (SLACK et al., 2002).

Atualmente, a produção brasileira de carne de frango possui uma tendência de crescimento. No ano de 2019, foi produzido 13,245 milhões de toneladas, no qual, 68% foram destinados ao mercado interno e os outros 32%, destinado as exportações. A nível mundial, o Brasil ocupa a terceira posição no ranking de produção. No cenário das exportações, o país possui a maior representatividade, com cerca de 34,4% das saídas no ano de 2019 (ABPA, 2020).

Segundo o relatório de análise de mercado global, realizado pelo Departamento de Agricultura do Estados Unidos, a produção de carne de frango deve aumentar em 2% em 2021, atingindo o recorde de 102,9 milhões de toneladas, e o Brasil apresenta vantagem competitiva para atender essa demanda (AGRÍCOLAS, NOTÍCIAS. 2020). Para manter a competitividade, os frigoríficos devem aumentar a produção e um dos problemas que abrange essa situação é o aumento dos custos, gastos em bens, serviços, investimentos, despesas, perdas e desperdícios. Segundo Womack e Jones (2003), os desperdícios podem ser definidos como atividades que subtraem recursos, porém não agregam valores.

Um frigorífico situado no estado de Goiás, está buscando oportunidades de reduzir custos e melhorar a eficiência nos setores produtivos. A organização da empresa determinou a averiguação dos pontos mais críticos e que geram maior desperdício para o sistema. Um dos pontos identificados, foi na Linha da Esteira de Cones, situada dentro da Sala de Cortes. Esse processo é composto por 6 colaboradores por turno. Os 5 primeiros operadores, tem as funções, respectivamente, de colocar o frango no cone da esteira, cortar as coxas, asas, peitos e o sassami. O sexto e último, tem a atribuição de retirar a carcaça do cone e lançá-la em uma esteira aérea, que irá transportar o material para o Setor do CMS (Carne Mecanicamente Separada).

A equipe responsável analisou a criticidade desse item e foi estabelecido a abertura de recebimentos de propostas de melhoria para o local. As justificativas elaboradas foram:

- Redução de um posto operacional no 1º turno;
- Redução de um posto operacional no 2º turno;
- Realocação desses dois colaboradores para outros setores sob demanda;
- Redução de riscos de acidentes devido ao manuseio de facas na linha;
- Redução de riscos ergonômicos devido repetição de movimentos.

Logo, este trabalho é fundamentado em um estudo de caso realizado por uma empresa, e tem como objetivo desenvolver uma proposta de melhoria no local apontado pelos responsáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O objetivo desse trabalho é elaborar uma proposta de melhoria através projeto que envolva automação industrial na Linha da Esteira de Cones de um frigorífico no estado de Goiás. Após os cortes das carnes, a carcaça permanece no cone até ser retirada por um colaborador no final do processo, e é lançada manualmente para a esteira que segue para o setor de CMS. A proposta visa implantar um sistema automático para retirar essas carcaças e levá-las até a esteira do CMS. Através dessa mudança, propõe-se a redução de custos operacionais, diminuição dos riscos de segurança, devido o manuseio de facas ao longo das etapas, também minimizar riscos ergonômicos ao reduzir os esforços físicos e movimentos sucessivos ao lançar a carcaça para outra esteira.

2.2 Objetivos Específicos

Para que seja atingido os objetivos desse trabalho, os seguintes itens são estabelecidos:

- Estudar a história da avicultura no Brasil;
- Realizar um estudo sobre a automação industrial;
- Estudar o processo produtivo de um frigorífico;
- Mapear o fluxo do processo da indústria em estudo;
- Descrição detalhada do local da proposta de melhoria;
- Elaborar uma proposta de melhoria;
- Identificar os principais pontos que serão modificados no layout;

3 AVICULTURA NO BRASIL

3.1 Fases da avicultura no país

A primeira fase da avicultura no Brasil foi proveniente de produtores familiares, com a criação de aves de raças rústicas, voltadas à subsistência. Os primeiros passos das comercializações, iniciaram-se próximo ao ano de 1930, onde era destinado a venda apenas as aves excedentes (CEPEA, 2014). Entre o período de 1950 a 1970, faltava recursos, o desenvolvimento era lento e se apresentava como um posto da agropecuária sem expressão econômica. Com a introdução de novas linhagens de frangos de corte na região sudeste, Institutos e Universidades brasileiras retomaram ao desenvolvimento de pesquisas de genética. Os estudos resultaram no aumento na velocidade do crescimento das aves, redução da mortalidade e redução na idade de abate. Outro efeito foi o aumento do índice de capacidade de conversão alimentar. Todos esses fatores favoreceram o aumento da produtividade e a abertura de novas oportunidades para o setor (RODRIGUES et al., 2014).

A segunda fase ocorreu entre os anos de 1970 e 1990. O período ficou caracterizado pelas instalações de novas plantas produtivas e o início do processo de centralização de capital. Houve uma intensa reestruturação no cenário de carnes de frango no país. O avanço da avicultura se deslocou para a região Sul, sendo o Estado de Santa Catarina com maior representatividade. Mudanças na produção e comercialização foram impulsionadas pela liberação de crédito para investimentos de longo prazo, associados a integração de um pacote de inovações tecnológicas. As principais modificações foram referentes às novas linhagens de matrizes, técnicas ambientais, nutricionais, sanitárias, e modernos equipamentos nos setores de criação, abate e processamento. Outros fatores como a evolução da renda per capita brasileira, a estrutura fundiária regional e a influência do setor empresarial, favoreceram a solidificação da agroindústria de aves no Sul do país (Embrapa, 1997).

A terceira fase, ano de 1990 em diante, se caracteriza pela forte abertura da economia e a entrada de grandes empresas multinacionais no Brasil. Esse cenário proporcionou as condições oportunas aos setores agroindustriais, apresentando-os à concorrência a nível mundial (ESPÍNDULA, 2012). A cadeia da avicultura passou para a etapa da competitividade, fator que desencadeou uma série de mudanças e reestruturação tecnológica e administrativa das empresas. Nesse período, consolidou-se a busca por eficiência, diminuição dos custos, produtos com maior valor agregado e qualidade sanitária para atender as exigências do mercado interno e externo (SCHIMIDT et al., 2018).

3.2 Produção Brasileira de Carne de Frango

No Brasil, a produção de proteína animal é dominada pelas carnes de frango e boi, com, respectivamente 41% e 36% do total nacional. O crescimento da produção, do consumo e a mudança no mix de produtos originados da avicultura no país são desafios continuamente alcançados. Em 1975, a produção foi de 484 mil toneladas. Na Tabela 1, tem-se o crescimento da produção anual médio até o ano de 2011 (EMBRAPA, 2011).

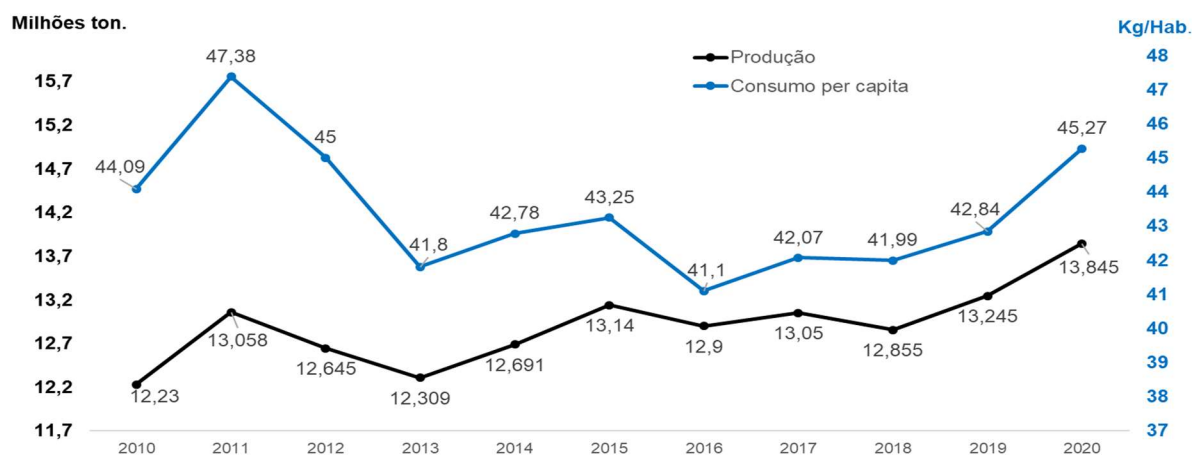
Tabela 1: Taxas anuais de crescimento da produção de carne de frango no Brasil.

Período	Produção	Consumo	Exportação
1975 - 1979	20,01%	8,94%	70,41%
1980 - 1989	5,06%	5,49%	-0,43%
1990 - 1999	9,23%	7,11%	9,83%
2000 - 2009	7,18%	3,60%	14,55%

Fonte: EMBRAPA (2011)

Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína animal (ABPA, 2021), a produção de carne de frango possui uma tendência de crescimento, sendo que no ano de 2010 foi produzido 12,23 Milhões de toneladas e 13,845 Milhões de toneladas em 2020. O consumo per capita se mantém em uma média de 43,41 quilograma/habitante, conforme visto no Gráfico 1.

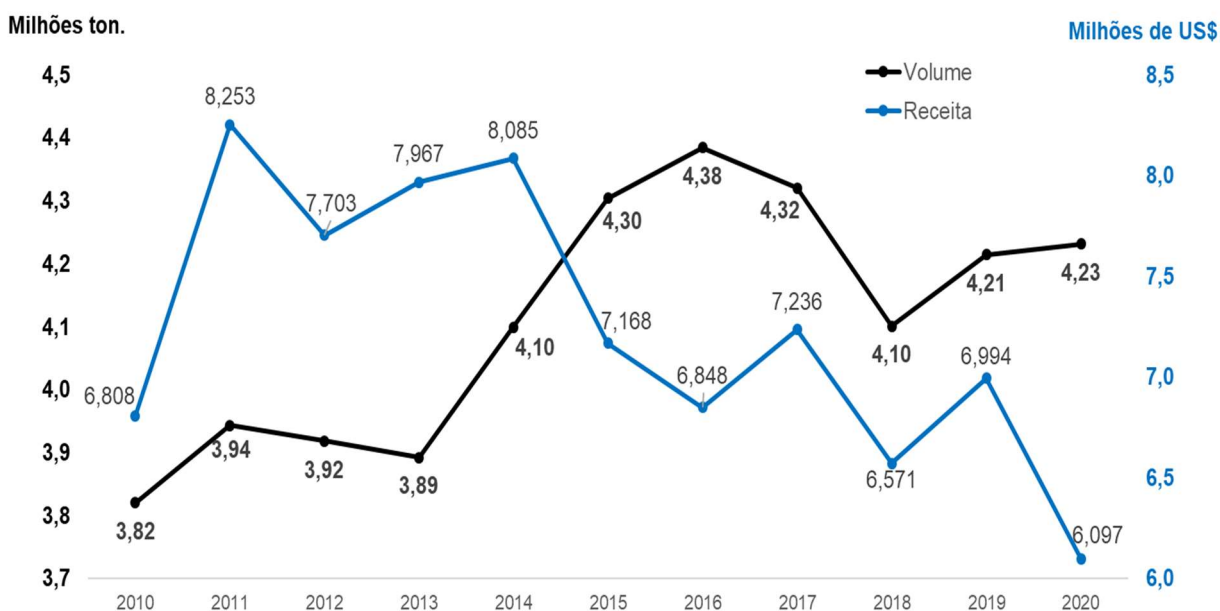
Gráfico 1: Produção e consumo entre os anos 2010 e 2020.



Fonte: ABPA (2021)

Em 2020, Brasil ficou em terceiro lugar no ranking de produção do Mercado Mundial de Carne de Frango, sendo responsável por 13,78% dos produtos, ficando atrás apenas do Estados Unidos com 20,239 milhões de toneladas (20,15%) e da China com 14,60 milhões de toneladas (14,54%). Aproximadamente 69% da produção brasileira foi destinada ao mercado interno e 31% para exportações. O país ficou em primeiro lugar no ranking de exportação do setor no ano de 2020, entregando cerca de 35,51% de toda demanda das exportações. Existe uma tendência de crescimento do volume de exportações para os próximos anos, todavia, a tendência da Receita não está acompanhando de forma proporcional, conforme mostrado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Exportações e receita entre os anos 2010 e 2020.



Fonte: ABPA (2021)

4 AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS

4.1 Conceito de Automação Industrial

A automação é a utilização de dispositivos elétricos ou mecânicos para facilitar ou exercer algumas funções, cujo objetivo, é melhorar a eficiência e a segurança na operação (MARCAL et al., 2013). O papel da automação industrial, não é excluir o homem do processo produtivo, e sim, incluir a diversificação dos processos, seguindo um gerenciamento. Para Morais e Castrucci (2007), automação é definido como um sistema, apoiado em computadores, que permuta o trabalho humano em favor da qualidade dos produtos, segurança dos colaboradores, agilidade na produção, redução de custos, otimizando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços.

4.2 Breve relato da Automação Industrial

Segundo Goeking (2010), a automação surgiu como o caminho para a diminuir a mão de obra dos processos industriais. Uma das primeiras invenções com o objetivo de automatizar o trabalho, foi o moinho hidráulico. Esse sistema de mecanização surgiu no século X, e na época, um moinho era capaz de substituir o trabalho equivalente de dez a vinte homens. O conceito de mecanização se refere ao uso de ferramentas e sistemas mecânicos para reduzir o trabalho físico dos seres humanos, mas também pode-se incluir o uso delas para auxiliar uma operação humana. O desenvolvimento desse seguimento, teria impulsionado diversas criações que mais tarde, contribuíram para o surgimento da automação. Essa evolução é dividida em três fases:

A Primeira Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, no século XVIII, entre 1780 e 1830. Essa revolução foi caracterizada pela extração de carvão como nova fonte de energia e máquinas movidas a vapor, dando origem ao modo de produção fabril. Essas mudanças, impactou diretamente o estilo de vida da época, transformando a capacidade produtiva inglesa, nível da renda e um novo desenvolvimento na divisão e especialização do trabalho. Houve também a invenção de novos sistemas de transporte, como as locomotivas, movidas a vapor (HOBBSAWN, 1983).

A Segunda Revolução Industrial começou por volta de 1870 até 1910. Segundo Cuogo (2012), foi basicamente uma evolução e expansão da primeira etapa. Outros países europeus, como por exemplo a Bélgica, Itália e Alemanha, e país como Rússia, Japão, Oriente e Estados

Unidos, entraram num processo de industrialização. Esses países se estimularam na fabricação e produção de bens nas indústrias e expansão das ferrovias e navios a vapor. Conforme Cavalcante (2011), esses fatores, desencadeou o aumento da concorrência nos diversos mercados. O grande impacto dessa segunda etapa foi o descobrimento da eletricidade. Também houve a transição do ferro para o aço, desenvolvimento de indústrias químicas e a criação de novos inventos, como automóveis, telefones e rádios. Esses avanços foram possíveis graças ao desenvolvimento da indústria, baseado em grandes fábricas que recebiam o apoio político e financeiro para avançar. Nessa época, surgiu os modelos de organização e produção industrial elaborados por Taylor e Ford.

Na Terceira Revolução Industrial tem início na década de 1970. O desenvolvimento de tecnologia e ciência permaneceu crescendo de forma gradual e sequencial. Na Inglaterra, essa fase ficou conhecida como Revolução Tecnológica. Essa etapa é impulsionada durante a Segunda Guerra Mundial, onde ocorre aceleradas descobertas científicas e uma profunda evolução no campo tecnológico, em função das necessidades da guerra (CUOGO, 2012). Com o fim da segunda guerra mundial, os avanços tecnológicos levaram à descoberta de um novo tipo de energia com potencial ainda maior do que os anteriores: a nuclear. Essa época foi marcada pelo aparecimento de equipamentos eletrônicos, telecomunicação e computadores, como por exemplo; telefonia móvel, criação de robôs usados nas indústrias, foguete de longo alcance, desenvolvimento da biotecnologia e utilização de energia atômica.

4.3 Arquitetura da Automação Industrial

Como a automação industrial requer a realização de inúmeras funções e está em constante desenvolvimento, surgiu a “Pirâmide da automação”, mostrada na figura 1, que representa a divisão, em cinco níveis, da automação encontradas em uma planta industrial (CASTRUCCI et al., 2007).

Figura 1 - "Pirâmide da Automação"



Fonte: Próprio autor.

- **Nível 1:** Representa o nível de aquisição de dados e controle manual. É composto por máquinas, dispositivos e componentes dispositivos e componentes de campo. É também chamado de nível do “chão de fábrica”, por possuir um nível mais baixo de inteligência envolvida. Exemplo: Atuadores, sensores, transmissores, instrumentos de medição, inversores, conversores ou sistemas de partida suave sobre máquinas e motores.
- **Nível 2:** Representa o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos, responsáveis por realizar o controle automatizado das atividades da planta. Possui algum modo de supervisão associados ao processo e as informações do nível anterior. Exemplo: Controlador Lógico Programável (CLP), Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD), relés e as interfaces Homem-Máquina (IHM).
- **Nível 3:** Permite o controle do processo produtivo da planta. Obtém suporte de banco de dados com informações relativas ao processo, como por exemplo, índices de produtividade e algoritmos de otimização. Exemplo: Supervisório com avaliação e controle da qualidade em processos alimentícios.
- **Nível 4:** Responsável pela programação e pelo planejamento da produção. Auxilia tanto no controle de processos industriais quanto na logística de suprimentos. Exemplos:

Controle de suprimentos e estoques em função da sazonalidade e da distribuição geográfica.

- Nível 5: Refere-se ao planejamento estratégico e gerenciamento corporativo. É o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, programas para gestão de vendas e gestão financeira. Esta camada se desprende das ferramentas fabris.

4.4 Dispositivos comuns em Automação Industrial

4.4.1 Acionadores

Os acionadores são dispositivos responsáveis pelo movimento nos atuadores. Eles põem em ação, fornece impulso ou propulsão ao mecanismo ou sistema. Existe acionadores elétricos, pneumáticos e hidráulicos. A seguir, apresenta-se alguns exemplos de acionamentos eletrônicos:

- Botoneiras: Também chamados de botão de comando, são dispositivos de acionamento manual, utilizados para partida, bloqueio e outra funções de comando. Existe uma variedade de configurações, mostrado na figura 2, a fim de realizar diferentes funções. Exemplo: Botoneiras com retorno por mola, chaves rotativas e botoeira de emergência com trava.

Figura 2 - Exemplo de Botoneiras



Fonte: METALTEX (2021)

- Relés: São dispositivos eletrônicos destinados a produzir modificações súbitas e predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída, podendo bloquear ou não o fluxo de corrente elétrica. A atuação acontece quando a corrente elétrica passa pelas espiras da bobina do relé, onde é gerado um campo magnético que resulta na atração de uma alavanca encarregada pela mudança do estado dos contatos. Os relés podem ser classificados em relés temporizadores, térmicos e de proteção. Podendo ter sua estrutura aberta, fechada ou selada. Alguns modelos são mostrados na figura 3.

Figura 3 - Exemplo de Relés



Fonte: DESTERRO ELETRICIDADE (2017)

- Disjuntores: São dispositivos eletromecânico que tem como função proteger o circuito de um curto-circuito ou possíveis sobrecargas. Quando a corrente elétrica que passa por ele ultrapassa o seu valor nominal, ele interrompe o circuito impedindo o fornecimento de energia. Os disjuntores podem ser divididos em magnético, térmico e termomagnéticos. Cada componente possui uma curva de ruptura, classificadas em B, C ou D. A curva de ruptura é o tempo em que o disjuntor suporta uma corrente acima do valor nominal por determinado tempo. Elas também estipulam o quanto maior essas correntes podem ser em relação as correntes nominais. Na figura 4, tem-se exemplos de alguns disjuntores.

Figura 4 - Exemplo de Disjuntores



Fonte: SLIDE PLAY (2021)

4.4.2 Atuadores

Os atuadores são elementos final do sistema de automação industrial e respondem a um sinal de comando recebido. Um atuador tem como característica a conversão da energia que é conectada nele a uma automação útil ao sistema. Eles realizam a conversão da energia elétrica, pneumática ou hidráulica em energia mecânica. Na maioria das vezes são comandados por controladores, por exemplo, um CLP pode acionar uma válvula solenoide que libera ar comprimido para a atuação de um cilindro. Outra situação comum é o controle de um contator ou inversor de frequência para acionamento de motores. Os tipos de atuadores são mostrados na figura 5. O modelo de atuador mais indicado está relacionado com a seguinte classificação:

Atuadores pneumáticos: São mais baratos, simples e seguros de que os outros tipos. Utilizam o ar comprimido para exercer uma força ou movimento. Oferecem uma boa precisão de posicionamento, alta velocidade, confiabilidade excelente, requer compressor, eletricidade e tubulação para entrar em funcionamento.

Atuadores Elétricos: A força ou movimento são exercidos por um equipamento elétrico, como atuadores elétricos e motores. São aptos para movimentos angulares e por rotação, com ou sem controle de velocidade. Os mais utilizados são motores de corrente contínua, servo motores e motores de indução. Oferecem melhor precisão de posicionamento que os demais, alta velocidade, boa confiabilidade, apenas eletricidade é necessário para entrar em funcionamento.

Atuadores hidráulicos: São chamados de hidráulicos por serem alimentados com óleo hidráulico e são aplicados quando o sistema necessita de aplicações de força. Geralmente possuem alto valor de custo, oferecem uma boa precisão de posicionamento, menor velocidade, boa confiabilidade, e necessita de bomba, eletricidade e tubulação para funcionar.

Figura 5 - Exemplo de Atuadores



Fonte: MANUTENÇÃO EM FOCO (2018)

4.4.3 Sensores

São dispositivos responsáveis pela detecção de quaisquer movimentações no ambiente fabril, seja para contagem de material, controle de direção, até nível de fluidos e verificação de material dentro do recipiente. Eles São responsáveis pela conversão de uma grandeza física para um sinal elétrico, que pode ser compreendido pelo controlador lógico programável (CLP). Os sensores (figura 6) podem ser divididos em:

- Sensores Indutivos;
- Sensores Capacitivos;
- Sensores Fotoelétricos;
- Sensores Lasers;
- Sensores Magnéticos;
- Sensores Ultrassônicos;
- Sensores de Fibras Ópticas;
- Sensores Transdutores Lineares;
- Sensores de Pressão;
- Sensores de Imagem.

Figura 6 - Exemplo de Sensores



Fonte: ENGEREY (2017)

4.4.4 Inversores de Frequência

É um dispositivo elétrico/eletrônico cuja função é proporcionar um controle nos motores. É uma das partidas mais usuais dentro da indústria e apresenta diversos benefícios. Eles convertem um sinal senoidal de amplitude fixa em um sinal modulado por largura de pulso, de modo que possibilita a variação da velocidade do motor. A velocidade de rotação de um motor trifásico é ligada a velocidade correspondente do campo magnético girante, e esta velocidade é conhecida como velocidade Síncrona, em função do número de polos do motor e em função da frequência da rede que o equipamento está ligado. Logo, tem-se que a velocidade do motor com essas características é diretamente proporcional a frequência da rede. Na figura 7, tem-se alguns exemplos desse dispositivo. Algumas das aplicabilidades do Inversor de Frequência são:

- Controle de Frequência de trabalho,
- Controle de corrente nominal, desarmando em casos de sobrecorrente e subcorrente,
- Falta de fase,
- Sobretensão e subtensão,
- Sobreaquecimento,
- Sobrecarga,
- Entradas e saídas analógicas,
- Compensação para frequência de escorregamento*,
- Controle de aceleração e desaceleração,
- Frenagem com CC (corrente contínua).

Figura 7 - Exemplo de Inversores de Frequência



Fonte: CONHECENDO A ELÉTRICA.COM (2019)

4.4.5 Controlador Logico Programável

O controlador lógico programável (CLP) é um tipo especial de computador muito utilizado em aplicações industriais, em controle de processos e máquinas. Ele possui um processador, memória para leitura e gravação e portas de comunicação. O equipamento é bem flexível e possibilita a comunicação com interface e outros dispositivos da fábrica. Ele suporta poeira, sujeira, ruídos, vibrações e altas temperaturas. Um exemplo é mostrado na figura 8. O dispositivo possui os seguintes componentes:

- Memória: área onde ficam armazenadas todas as informações necessárias para que as atividades sejam desempenhadas.
- Cartão de entrada: o cartão recebe um sinal elétrico do ambiente externo e envia para dentro do CLP.
- Processador: esse elemento é um chip, que irá, como o nome já diz, realizar o processamento do programa.
- Cartão de saída: o cartão envia um sinal elétrico para o ambiente externo com a finalidade de acionar algum equipamento.
- Barramento: o barramento é a placa responsável por fazer a comunicação entre os componentes descritos acima.
- Fonte de energia: tem a mesma finalidade das fontes de energia que você vê por aí. É ela que transfere energia, alimentando o equipamento.

Tem como função comandar e monitorar máquinas. O equipamento recebe informações de sensores e dispositivos, processa os dados e controla os atuadores e os demais dispositivos de saída conforme foi configurado. Tem a capacidade de armazenar dados em tempo real, como por exemplo marca a temperatura da máquina.

Figura 8 - Exemplo de CLP



Fonte: REVIMAQ (2017)

4.4.6 Interface Homem-Máquina

A Interface Homem-Máquina (figura 9), ou simplesmente chamada de IHM, permite ao usuário se comunicar com as plantas de produção e com as máquinas. Ela transpõe uma enorme quantidade de dado complexos em informações acessíveis. Dessa maneira, os operadores possuem os ferramentais necessários para comandar as máquinas e controlar toda a produção de maneira remota. Ela é basicamente uma tela que fornece diversas ferramentas, como por exemplo:

- Acompanhar o tempo das produções;
- Monitorar processos;
- Visualizar tendências, tags e dados;
- Monitorar entradas
- Traduzir dados;
- Revisar processos;
- Monitorar Saídas;
- Dar diagnóstico de problemas;
- Supervisionar os indicadores.

As IHMs comunicam-se com os CLPs e dispositivos de entrada e de saída para obter e mostrar os dados para os colaboradores visualizarem. As telas possuem as funções de monitoramento, rastreamento, ligar ou desligar equipamentos e seus componentes. Dependendo de como foi implementado os componentes, é possível modificar as variáveis do processo como por exemplo a velocidade de produção. É possível acessar os dados através de gráficos, painéis digitais, tabelas, gerenciar alarmes e conectar a outros sistemas disponíveis. A comunicação de informações em tempo real, entre o CLP e o IHM, exclui a necessidade de o operador ir até o chão de fábrica constantemente para revisar algum processo ou realizar anotações periodicamente.

Figura 9 - Exemplo de IHM



Fonte: ALTUS (2020)

4.5 Indústria 4.0

4.5.1 Conceito da Indústria 4.0

Para Schwab (2016), o fundamento básico da indústria 4.0 requer a comunicação entre os sistemas e máquinas. Através desse mecanismo, pode-se criar redes inteligentes capaz de gerir todo o processo da cadeia de valor, possibilitando autonomia aos módulos de produção, agendamento de manutenções, previsão de falhas no processo, garantindo maior eficiência e qualidade no processo, produtos e serviços.

Segundo Sacomano (2018) o conceito da indústria 4.0 fundamenta-se em agregar a tecnologia da informação com a da comunicação. Essa integração permite atingir novos níveis

de produtividade, qualidade, estratégicas e gestão para a indústria. Essa nova abordagem é apontada como a Quarta Revolução Industrial. Dentro da estrutura modular das fábricas inteligentes da indústria 4.0, os principais componentes são: *Cyber Physical Systems* (CPS), *Internet of Things* (IoT), *Internet of Services* (IoS) e *Smart Factory*. O autor discorre sobre o que cada elemento representa:

- A) *Cyber Physical Systems* (CPS): Sistemas que possibilitam a concatenação de operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada. É a combinação do mundo físico com o virtual através de máquinas que possuem a capacidade de captar informações eletronicamente e gerar repostas instantâneas;
- B) *Internet of Things* (IoT): É a rede de objetos físicos que é capaz de coletar e transmitir dados. Em geral, são sistemas, aplicativos e plataformas com tecnologia embutida para transmitir e relacionar-se com ambientes internos e externos;
- C) *Internet of Services* (IoS): É a coleta, processamento e análise de dados que em conjunto irão proporcionar um novo grau de agregação de valor. Possibilita a produção com nova dinâmica e melhorias, gerando serviços vinculados à IoT.
- D) *Smart Factories*: Ao empregar os CPS aos sistemas produtivos juntamente com um alto nível de automação, as fábricas irão gerar ganhos de eficiência, recursos, tempo e custos. A linha produtiva e as máquinas irão se comunicar entre si, permutando informações de maneira instantânea. As tarefas serão realizadas com base nas informações obtidas do mundo físico e virtual.

4.5.2 Indústria 4.0 no Brasil

O Brasil ainda não encerrou de forma satisfatória a sua terceira revolução industrial, fase que tem como característica a utilização de lógicas de acionamentos elétricos com relês para promover a automação. O país não aplica a robótica e os sistemas automatizados de forma sistemática (JUNIOR et al., 2018)

A base do desenvolvimento da Indústria 4.0 está vinculada a revolução digital, porém o uso de tecnologias digitais na indústria brasileira é pouco difundido. Segundo a pesquisa desenvolvida pela Confederação Nacional da Indústria Brasileira (CNI, 2016), 42% das empresas não tem conhecimento da importância das ferramentas digitais para a competitividade da indústria e pouco menos da metade das empresas utiliza algum dos recursos.

As empresas que são referência no Brasil ao utilizar a filosofia da Indústria 4.0 são da linha automobilística, como por exemplo a fábrica da Jeep em Goiania - Pernambuco, pertence ao grupo *Fiat Chrysler Automobiles* e a Mercedes-Benz em São Bernardo do Campos - São Paulo. Ambas utilizam tecnologia digital, conectividade do mundo físico com o virtual, armazenamento em nuvem e a Internet das Coisas. As empresas estão obtendo altos padrões de produtividade e qualidade. Desfrutam também de uma maior flexibilidade no atendimento e expectativas do cliente (LUIZ, 2018).

Os desafios para o desenvolvimento da Indústria 4.0 vão desde os investimentos em equipamentos que integram essas tecnologias, à adaptação de layouts, processos, o desenvolvimento de novas especialidades e competências (CNI, 2016). A transição é gradual e apesar de algumas empresas já utilizarem certos conceitos da manufatura digital, o desenvolvimento é bastante lento. Alguns dos motivos dessa situação são os fornecedores desatualizados, necessidade de investimentos com custo elevado, infraestrutura defasada e a exigência da mudança de cultura (CERTI, 2021).

Em meio a esse cenário de desafios, o Ministério da Economia instituiu o Grupo de Trabalho para a Indústria 4.0 no Brasil (GTI 4.0) em 2017, implementando uma agenda para estimular o tema através de reunião que envolve mais de 50 instituições representativas, envolvendo empresas, startups, governo e sociedade civil organizada. As medidas propostas visam a difusão do conhecimento, apoio às indústrias e facilidade de financiamento junto a bancos públicos. Para a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) é necessário aplicar políticas públicas e estratégias empresariais que promovam um amplo debate no setor produtivo para auxiliar as empresas em sua trajetória rumo a implementação da indústria 4.0 (CERTI, 2021).

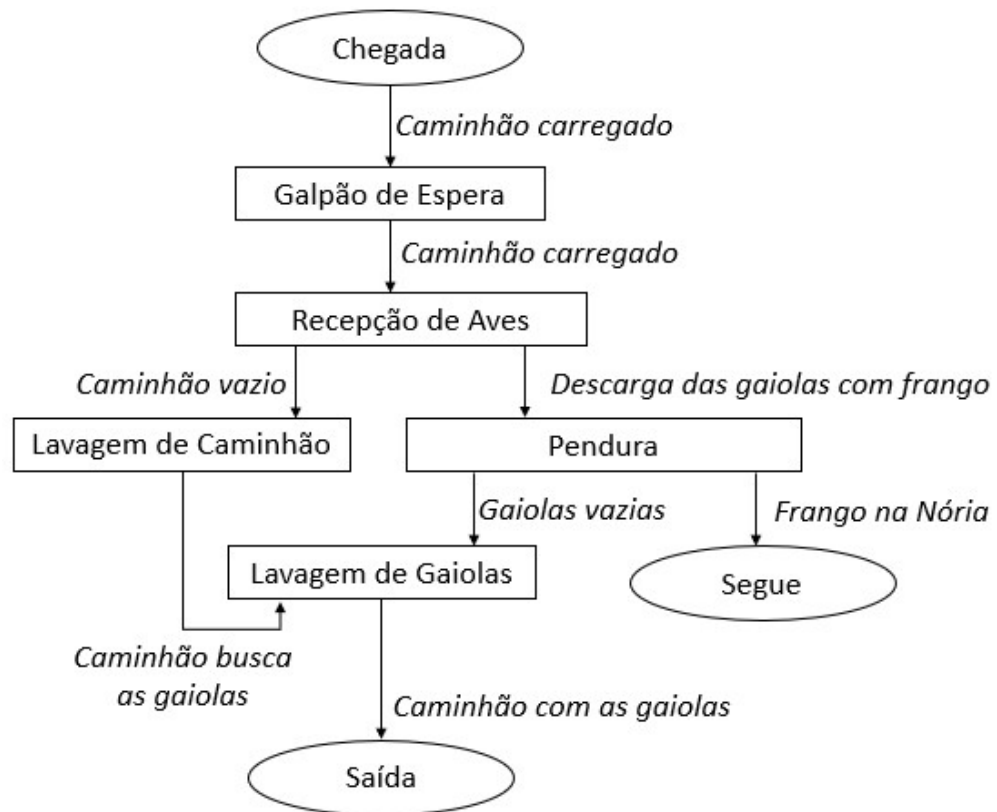
5 DETALHES DO PROCESSO

5.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO FRIGORÍFICO

O processo inicia-se com a chegada das aves no frigorífico. Os frangos são acomodados dentro de gaiolas, que são transportadas por caminhões. Os veículos seguem para o Galpão de Espera e permanecem no local até serem solicitados para próxima etapa. O Galpão de Espera é composto por 6 boxes e um sistema de climatização, responsável de garantir o bem-estar animal. A temperatura desse ambiente é mantida entre 17 °C à 27 °C, e a umidade do ar, entre 45% à 85%.

Na fase seguinte, o caminhão estaciona na Recepção de Aves, local onde as gaiolas são descarregas. A carga é levada por uma esteira até a área da Pendura. Nesse setor, os colaboradores retiram os frangos das gaiolas e os penduram nos ganchos do primeiro transportador aéreo, conhecido como Nória. Em média, são colocados 10.500 frangos por hora no transportador, direcionado as aves para o processo. As gaiolas após serem esvaziadas, seguem para a sala de Lavagem de Gaiola, onde possui um tanque de imersão com água quente, entre 85 °C à 90 °C, e uma máquina para higienizar os recipientes. Após a lavagem, todo o material é empilhado manualmente. Quando o caminhão é totalmente descarregado, seu próximo passo é seguir para o pátio da Lavagem de Caminhões. Nesse ambiente, é realizado a higienização do veículo, e em seguida, recolhe as gaiolas lavadas, finalizando seu ciclo no processo. As etapas descritas anteriormente são mostradas na figura 10.

Figura 10 - Fluxo do processo - Parte 1

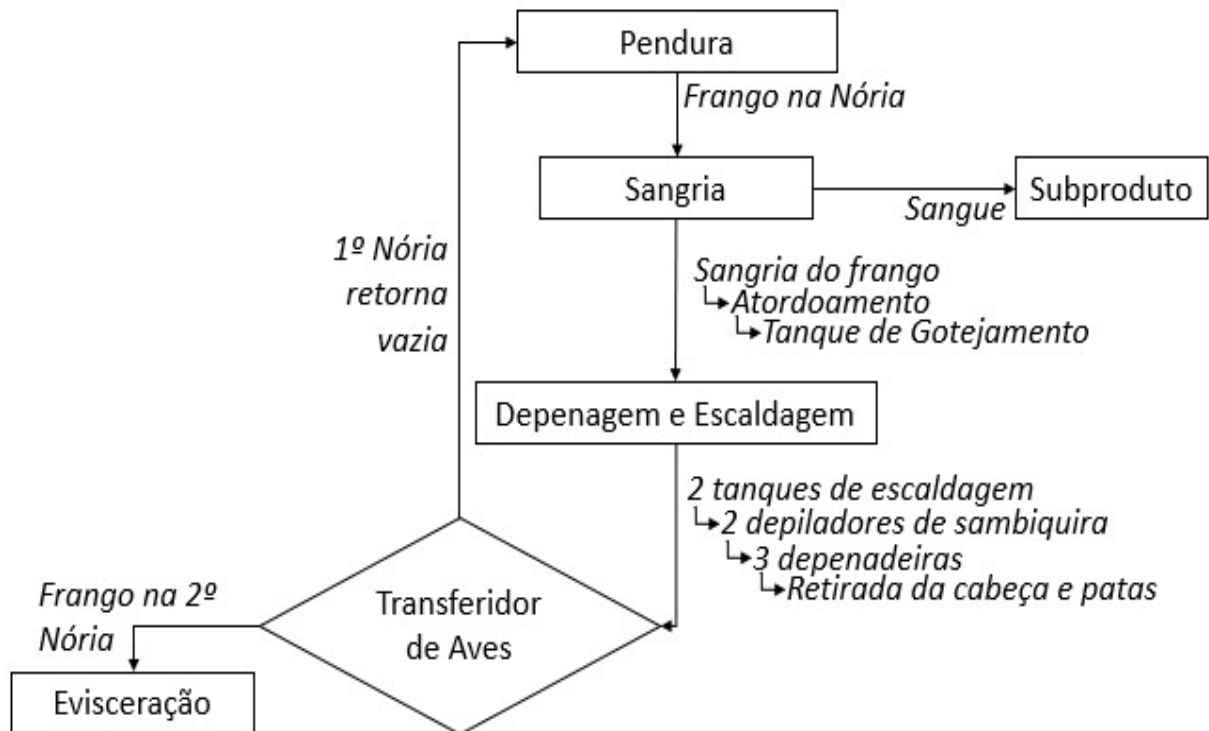


Fonte: Próprio autor

Seguindo o fluxo, o frango é transportado pela Nória até a Sangria. Nesse setor, acontece a sangria e o atordoamento do animal, responsável de reduzir as contrações musculares e causar um estado de insensibilidade à dor causada pelo corte. O sangramento leva em torno de três minutos. Nesse período, a Nória percorre o tanque de gotejamento, responsável de descartar o sangue para o Subproduto. Ao finalizar esse percurso, o frango segue para o trecho da Escaldagem e Depenagem.

Na primeira etapa desse setor, as aves são mergulhas em dois tanques de água quente sob agitação. A temperatura dos tanques varia em torno de 52 °C e a escaldagem leva em média dois minutos e meio. Na segunda etapa, as aves passam por dois Depiladores de Sambiquira e três Depenadeiras, equipamentos que poluem a função de remover as penas. Na terceira etapa, acontece a extração da cabeça e das patas. A quarta e última etapa, o animal passa pelo Transferidor de Aves, equipamento que tem a função de transferir o frango do primeiro transportador aéreo para o segundo transportador aéreo, direcionando-o para a Evisceração, conforme a figura 11.

Figura 11 - Fluxo do processo - Parte 2

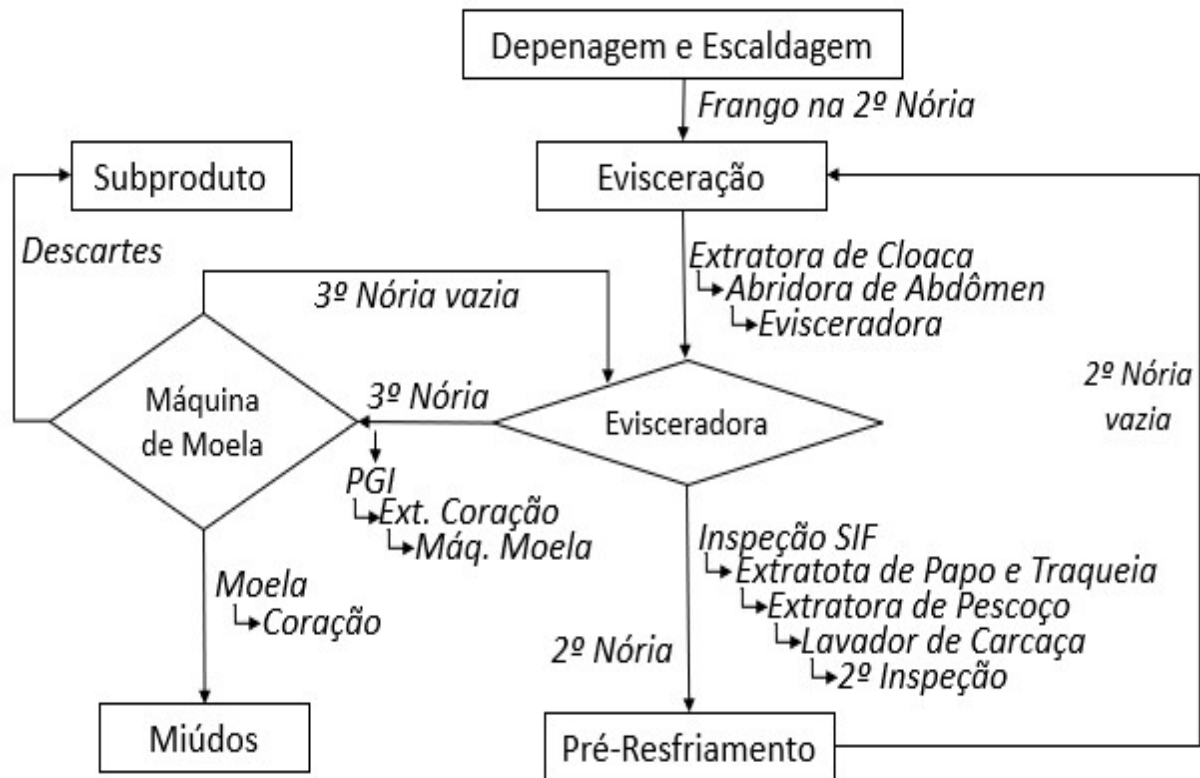


Fonte: Próprio autor

O setor da Evisceração é o ciclo mais complexo do processo. Na primeira etapa, o frango é transportado pela 2ª Nória, respectivamente, para a máquina Extratora de cloaca, Abridora de Abdômen e Evisceradora. Na Evisceradora, acontece o procedimento de extração das vísceras, dividindo o processo em fluxos.

No primeiro fluxo, o frango é transportado sem vísceras para a inspeção, realizada pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF). Em seguida, passa pela máquina Extratora de Papo e Traqueia, Extratora de Pescoço, Lavador de Carcaça, uma segunda inspeção e é direcionado para o Setor do Pré-Resfriamento. O segundo fluxo inicia-se com o sincronismo da Evisceradora com a Nória de Pacotes. Essa 3ª Nória, transposta as vísceras retiradas pela máquina, passando em seguida pelo equipamento Extrator de Intestino, onde acontece a retirada do intestino e do canal biliar, sendo descartados no Subproduto. O pacote é transportado para a Extração do coração e a Máquina de moela, produtos que são levados para o Setor dos Miúdos. Os estágios comentados anteriormente são mostrados na figura 12.

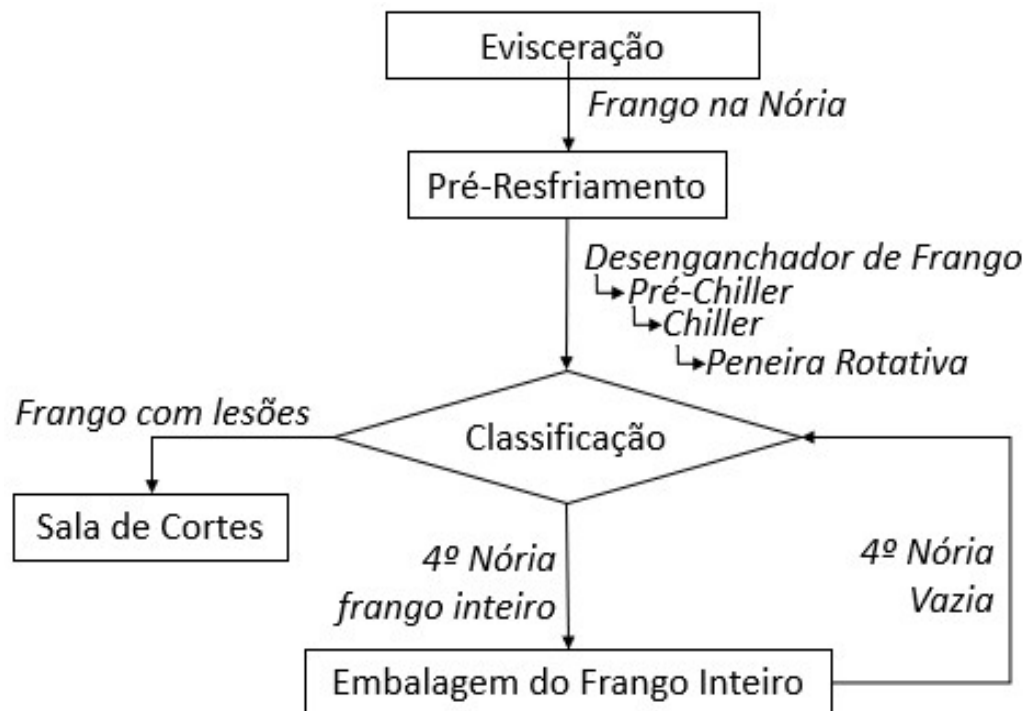
Figura 12 - Fluxo do processo - Parte 3



Fonte: Próprio autor

No setor do Pré-Resfriamento, o frango é retirado da Nória 2, pelo equipamento Desenganchador de Frango, no qual, a ave é direcionada para os tanques Pré-chiller e Chiller, respectivamente. A temperatura do primeiro tanque varia entre 4 °C à 16°C, e o processo leva em torno de 12 minutos, tempo suficiente para iniciar o resfriamento, limpeza e reidratação da carcaça. Já no segundo tanque, a temperatura varia entre 1 °C à 4 °C. Essa etapa dura em média 1 hora e tem como função manter a temperatura. A etapa seguinte, a carcaça vai para a Peneira Rotativa, equipamento cuja função é regular a quantidade de água que foi absorvida no processo anterior. Esse procedimento é conhecido como gotejamento e dura até 3 minutos. A próxima fase, constitui a classificação das aves. Os frangos que possuem lesões e tem aproveitamento parcial, são colocados em uma esteira, sendo transportados para a Sala de Cortes. Frangos inteiros são pendurados na 4ª Nória e direcionados para o setor do Embalagem do Frango Inteiro, conforme o fluxo da figura 13.

Figura 13 - Fluxo do processo - Parte 4

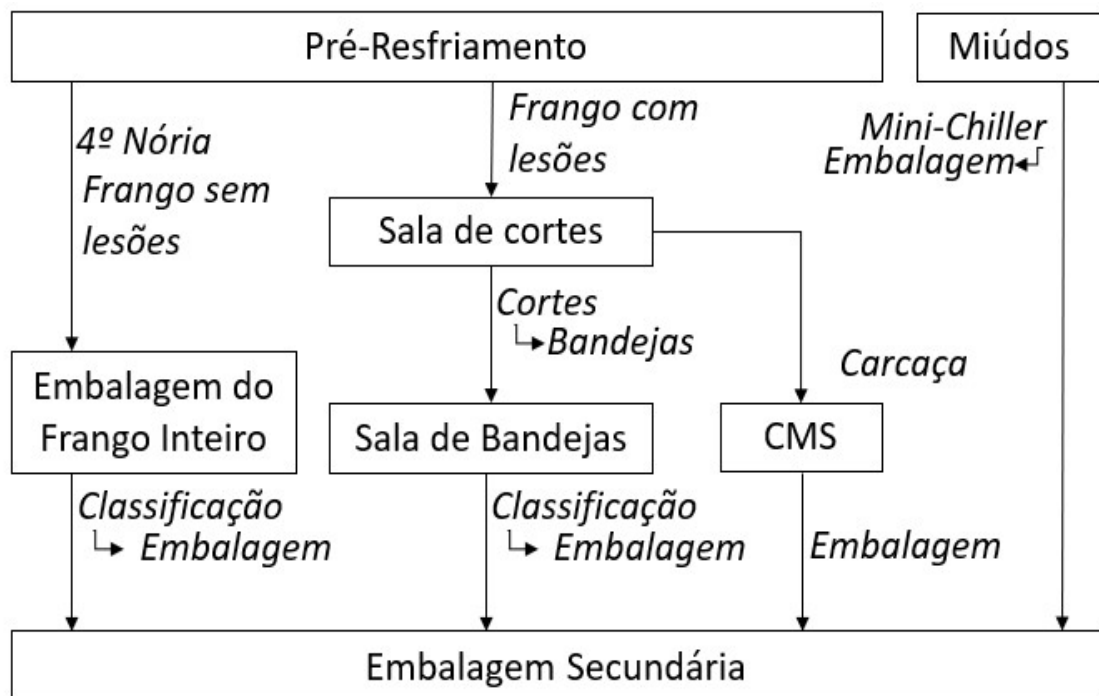


Fonte: Próprio autor

No Setor da Embalagem do Frango Inteiro, os frangos são retirados da 4ª Nória e colocados em uma Esteira Classificadora para dividir as aves de acordo com o peso. Em seguida, as carcaças são embaladas a vácuo e o produto é levado para o Setor de Embalagem Secundária. O processo na Sala de Cortes começa com a retirada dos frangos que estão na esteira e são colocados na Esteira de Cones, para facilitar o manejo e os cortes das aves. Em média, são cortados cerca de 1.300 frangos por hora. Ao lado dessa esteira, possuem vários colaboradores, que são responsáveis de cortar as asas, coxas e peitos. Essas partes são separadas, colocadas em bandejas, pesadas e em seguida encaminhadas para a Sala de Bandejas, setor onde é realizado a embalagem a vácuo das bandejas. Ao fim desse processo, as bandejas são direcionadas para o Embalagem Secundária. As carcaças que sobram na esteira de cones, é lançada manualmente para uma esteira que liga a Sala de Cortes com o Setor do CMS. Nesse ambiente, a carcaça entra na máquina do CMS, que é o processo de separação mecânica de carne de frango, e o produto é colocado em embalagens e levado para a Embalagem Secundária.

No setor Miúdos, possuem pequenos chiller, chamados de Mini-Chiller, que após o resfriamento das vísceras, são retiradas, embaladas e levadas para a Embalagem secundária. As etapas relatadas anteriormente são apresentadas na figura 14.

Figura 14 - Fluxo do processo - Parte 5

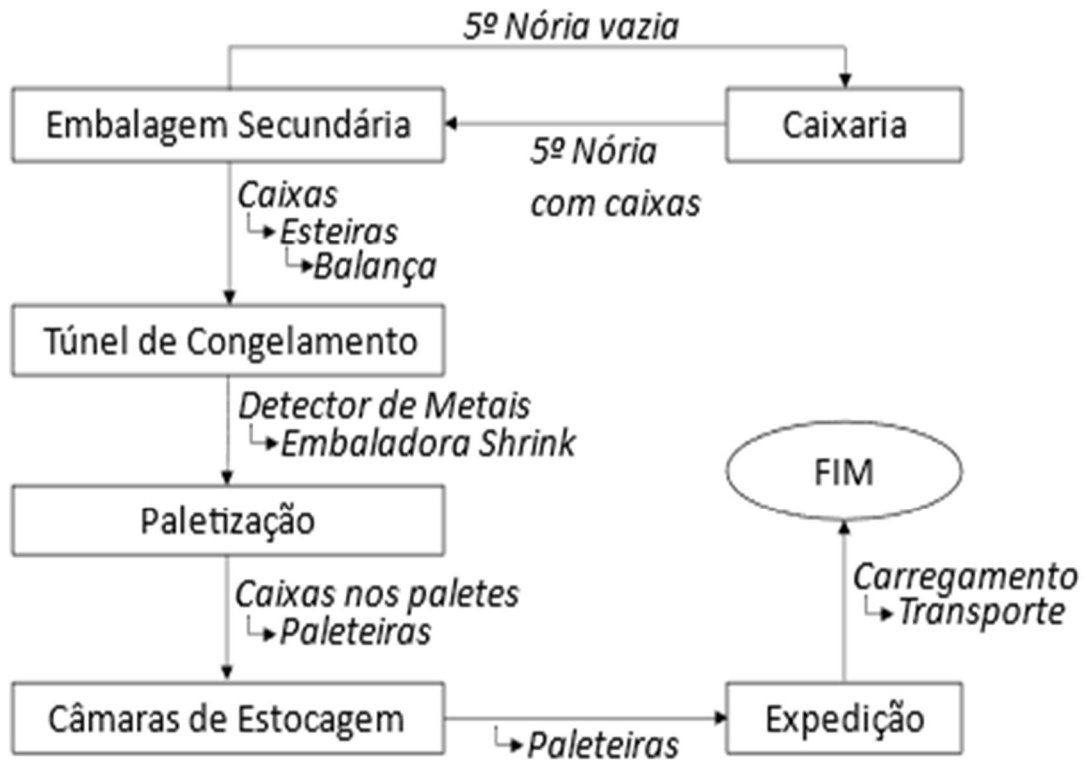


Fonte: Próprio autor

Na Embalagem Secundária, os produtos embalados, são separados por categoria e são colocados em caixas de papelão. Essas caixas são oriundas do setor da Caixaria, e são trazidas pendurada pela 5ª Nória. Os colaboradores colocam as caixas cheias em uma esteira, que passa por uma balança e segue para o Túnel de Congelamento. A temperatura do túnel normalmente é de -40°C e tem como objetivo, promover o resfriamento e congelamento no menor tempo possível, para não comprometer as propriedades dos produtos. Geralmente esse processo dura em torno 24 horas. Ao sair do túnel, as caixas passam, respectivamente, pelo Detector de Metais, Embaladora Shrink, responsável de embalar as caixas com uma película transparente de plástico, onde essa película é encolhida por meio de aquecimento, gerando uma proteção ao produto.

A próxima etapa, é a organização das caixas no setor da Paletização. Após estruturar as caixas em cima dos paletes, o conjunto é levado por paleteiras para a Câmaras de Estocagem. Elas permanecem na câmara até chegar o momento de serem distribuídas. Nesse momento, são levadas pelas paleteiras para o setor da Expedição para possibilitar o carregamento dos caminhões e encerrar o fluxo dentro do Frigorífico, conforme ilustrado na figura 15.

Figura 15 - Fluxo do processo - Parte 6



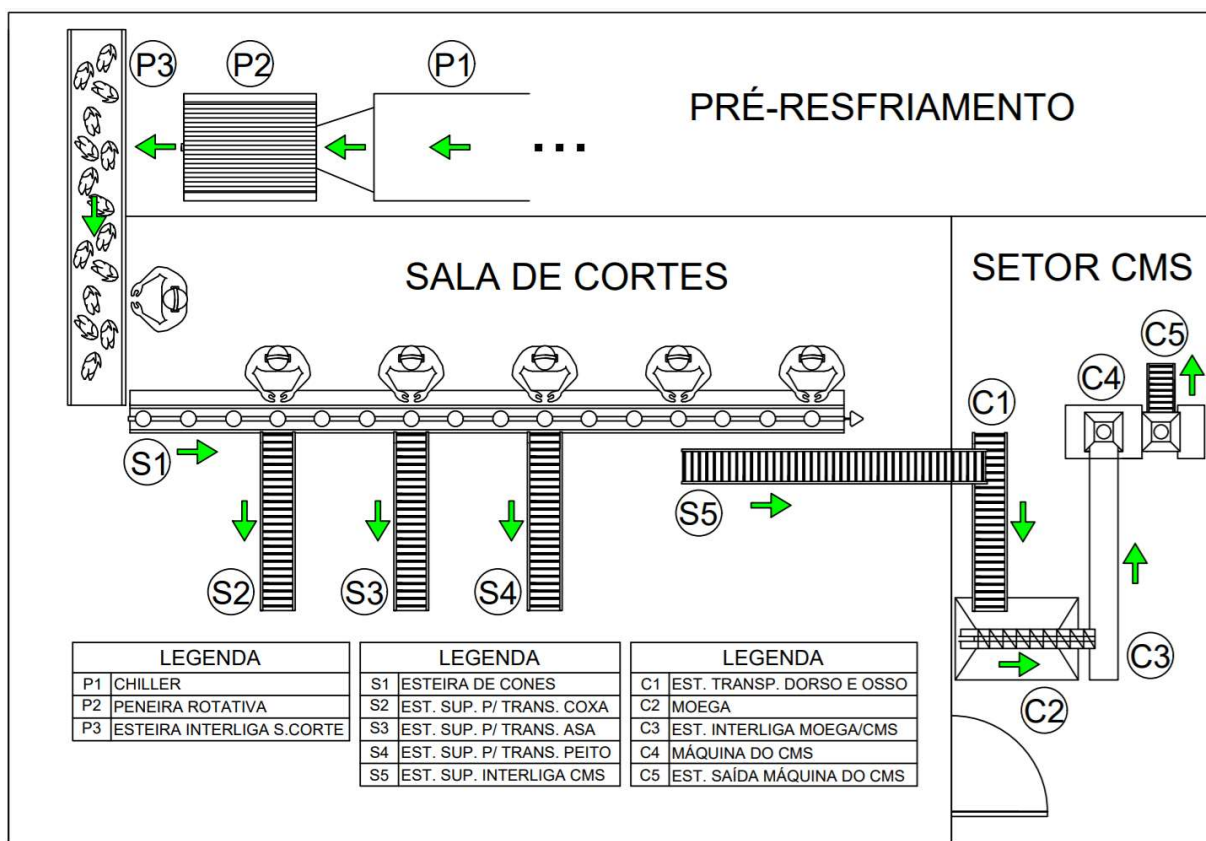
Fonte: Próprio autor

5.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROCESSO NO LOCAL DA PROPOSTA

O fluxo do processo detalhado segue na figura 16. Para facilitar a compreensão, é necessário se atentar a legenda. Em seguida, tem-se a descrição passo a passo.

O processo na Sala de Corte, inicia-se na esteira (P3), que interliga o Pré-Resfriamento ao setor. Essa esteira recebe os frangos que são retirados da Peneira Rotativa (P2), e possuem algum tipo de lesão. As carcaças com essas características têm seu aproveitamento parcial, logo, são direcionadas para os cortes. O primeiro colaborador, recolhe os frangos na esteira P3 e coloca eles nos cones da esteira S1. A esteira S1 tem como finalidade garantir a eficiência nos cortes e a segurança dos colaboradores ao manusear as facas. As próximas etapas, são os cortes das coxas, asas e peitos, realizadas respectivamente, pelo segundo, terceiro e quarto colaborador. Cada integrante tem um tempo médio de 2,77 segundos para realizar o corte. As partes retiradas são colocadas em esteiras (S1, S2 e S3) que transportam o produto até as mesas que serão colocados em bandejas, pesados e direcionados para a Sala de Bandejas.

Figura 16 - Fluxo do processo - Detalhes no local da proposta.



Fonte: Próprio autor

Ainda na esteira S1, o quinto colaborador, retira o sassami do frango, carne que corresponde a um pequeno filé localizado da parte interna do peito, próximo do osso. O produto é colocado em uma bacia de plástico, e é levada manualmente por um colaborador até as mesas mencionadas no ciclo anterior, e tem o mesmo destino que os demais produtos. As etapas mencionadas anteriormente são ilustradas na figura 17.

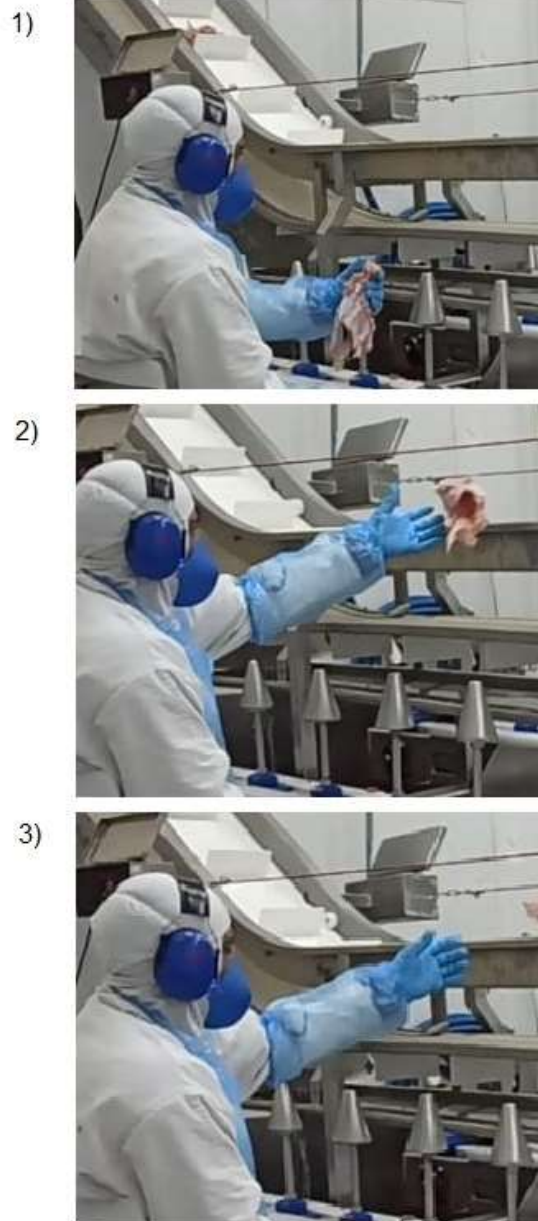
Figura 17 - Primeiro ao quinto colaborador



Fonte: Próprio autor

O sexto colaborador, tem a função de retirar a carcaça do frango e lançá-la para esteira (S5), que interliga a Sala do Cortes com o Setor CMS, momento em que encerra o processo no local da proposta de melhoria. Essa etapa é mostrada na figura 18.

Figura 18 - Sexto colaborador



Fonte: Próprio autor

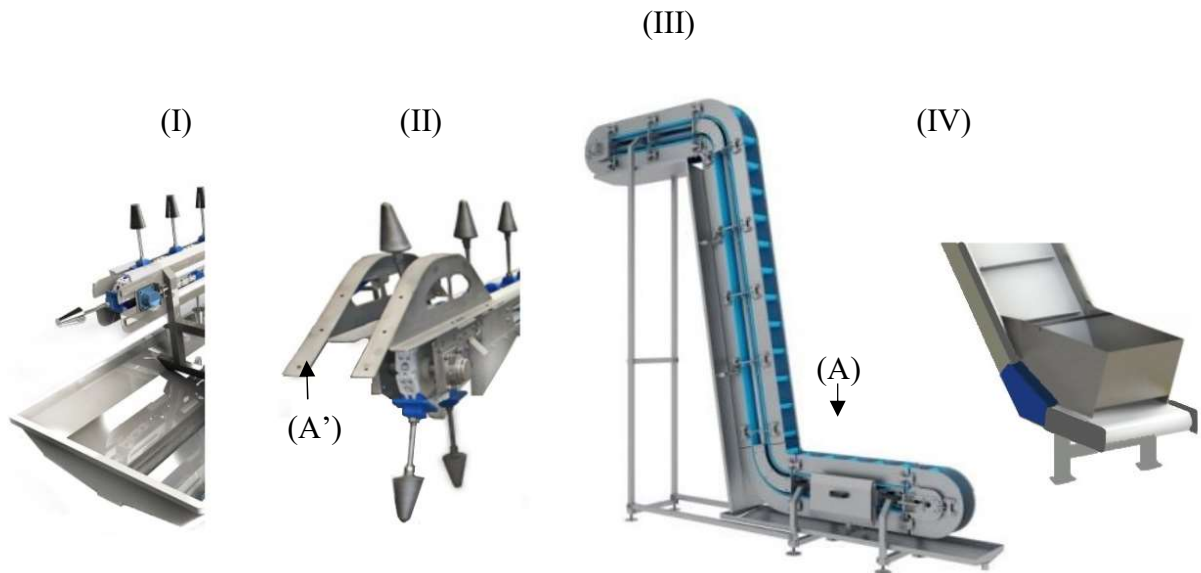
6 PROPOSTA DE MELHORIA

6.1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA DE MELHORIA

Uma vez identificado a oportunidade de melhoria no setor da Sala de Cortes, mais precisamente no final da esteira de cones, chegou-se ao consenso, juntamente com a direção da empresa, que a proposta favorável deve contemplar os itens II, III e IV, exemplificados na figura 19. Para automatizar a retirada das carcaças dos frangos no final da esteira da linha de cones (I), o primeiro item a ser considerado é a instalação de um par de guias em aço inox (II), que tem como função garantir a retirada da carcaça, sem o auxílio de um colaborador. O segundo ponto, é a instalação de uma esteira inclinada com taliscas (III), logo abaixo das extremidades dos guias (II). Essa esteira será movida por um motorreductor e terá a finalidade de transportar o frango até a esteira S5, mostrada na figura 20.

Será necessário alinhar os pontos A e A', para que a queda da carcaça seja centralizada na esteira (III). Para garantir que o produto irá cair e permanecer no equipamento, será necessário a instalação de uma cuba (IV) sobre a região do ponto A.

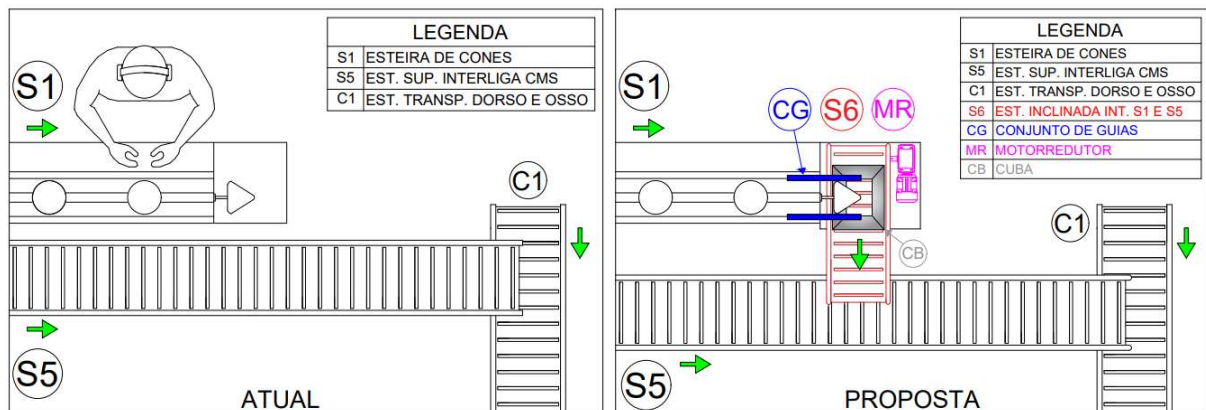
Figura 19 - Itens contemplados na proposta de melhoria.



Fonte: Próprio autor.

Na figura 20, tem-se o layout proposto ao lado do layout atual. Dessa forma, é possível verificar as principais modificações no ambiente.

Figura 20 - Comparação dos layouts.



Fonte: Próprio autor.

Atualmente na empresa, a primeira etapa da proposta de melhoria é descrever o escopo do projeto de forma geral. Nessa fase, deve conter as principais modificações, como foi realizado no início do capítulo 5.1 desse trabalho. O passo seguinte, é a divisão dessa proposta em pacotes, contendo as necessidades e modificações mecânicas, elétricas e civil. Todas essas informações são necessárias para a elaboração de um Memorial Técnico Descritivo (MTD), que é discutido e desenvolvido juntamente com a Equipe de Projetos da empresa. O memorial tem por objetivo definir as condições gerais da proposta e possibilitar a solicitação de orçamentos de empresas terceiras especializadas.

As companhias que tiverem o interesse em fechar o contrato para desenvolver o projeto, devem elaborar um orçamento e precificar item por item, contidos no MTD. O orçamento deve conter os equipamentos e a mão de obra. Essa etapa não será contemplada nesse projeto de conclusão de curso, pois refere-se ao ciclo após a aprovação da proposta de melhoria pela Unidade. Essa fase ficará como uma das recomendações para trabalhos futuros, no capítulo 6.1. A seguir, tem-se o que será contemplado em cada pacote da proposta:

6.2 PACOTE MECÂNICO

O Pacote Mecânico tem como objetivo definir os equipamentos, as modificações e as considerações gerais dessa categoria. Os itens que devem ser considerados são:

- Fornecimento e instalação de esteira (III) com os seguintes critérios:
 1. Esteira com taliscas, modelo tubular com Chassi central;
 2. Sustentação no piso por pés em tubos 40 x 40 x 1,5 mm;

3. Elemento transportador PU tração positiva Centraco ou Ibraflex;
4. Eixo de tração em aço inox quadrado maciço com ponteiros usinadas;
5. Cabeceira de retorno com roldanas em PEAD;
6. Motorreductor da marca SEW, com eixo oco e braço de torção com torc-loc. A necessidade do fornecimento do equipamento dessa marca é devido a padronização de motorredutores dentro do frigorífico e a existência de um contrato de manutenção com a SEW;
7. Sistema de elevação das esteiras para higienização;
8. Calha de gotejamento;
9. Higienizador de esteira;
10. Dimensões:
11. Largura: 500 mm
12. Altura inicial: 500 mm
13. Altura final: 2500 mm
- Fornecimento e instalação dos guias (II) com os seguintes critérios:
 1. Conjunto de guias em aço inox;
 2. Conjunto composto por 2 guias;
 3. Os guias devem ser posicionados um em cada lado do cone.

6.3 PACOTE ELÉTRICO

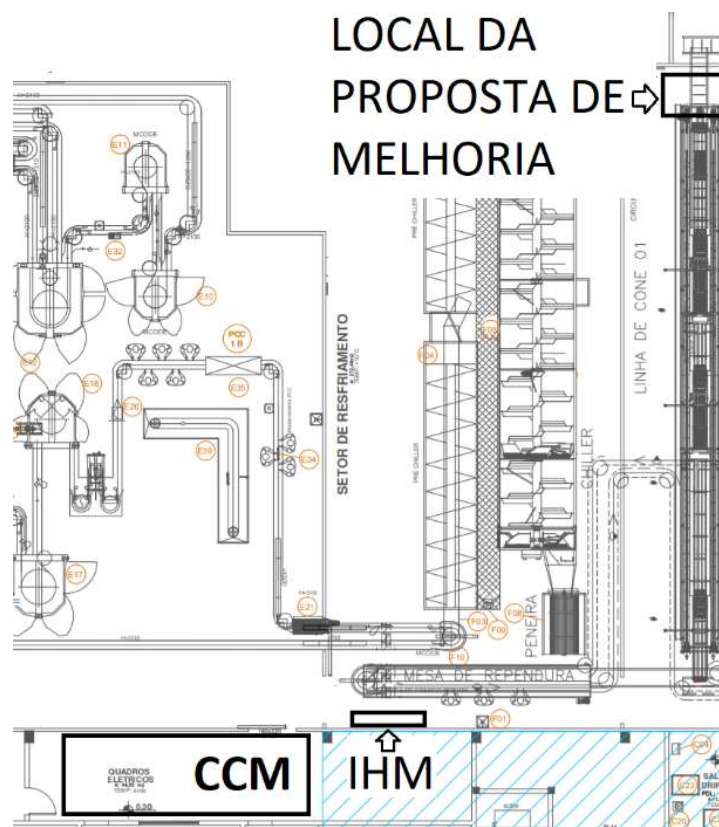
O Pacote Elétrico tem como objetivo definir os componentes, modificações e as considerações gerais dessa categoria. Os itens que devem ser considerados são:

1. Para Infraestrutura, considerar reutilizar o Leito/Eletrocalha existente no piso técnico, e considerar o fornecimento de 30 metros de Eletrocalha 50x50 que irá ramificar do leito principal, para alimentar a esteira.
2. Considerar uma barra $\frac{3}{4}$ para descida em inox 304, necessário para descida dos cabos. Considerar todas as miscelâneas (Flange, Luvas, Prensa-Cabos nas duas extremidades dos tubos, Suporte de fixação);
3. Fornecer os componentes (contatora, botoeira etc.) para partida do motor de até 4 cv.
4. Fornecer caixa de botoeira em inox ip67, com botões de liga e desliga e reset com LED azul. Os botões devem possuir seus respectivos contatos. Sistema de acionamento da esteira deverá conter botoeira de partida no local do equipamento. A proteção IP67 é

necessária devido ao padrão de higienização da empresa, utilizando bastante água e produtos químicos, logo, é de extrema importância utilizar componentes protegidos contra poeira e resistente a imersão a água.

5. Fornecer e instalar relé de segurança. Deverá ser utilizado o modelo XPSAC5121 da Schneider. Esse modelo é necessário devido a padronização de componentes na empresa e o item ser de estoque por motivos estratégicos para manutenção.
6. Considerar partida por inversor CFW300 ou PowerFlex 525, com entradas analógicas de 4 –20 mA. Essas opções foram definidas por se tratar de modelos já utilizados na empresa e a equipe de eletricitas estarem familiarizados com os itens. A contratada deverá interligar na IHM existente para controle de velocidade. A Figura 21 nos mostra a posição da IHM existente e posição da esteira. Esta partida deverá ser instalada no Centro de Controle de Motores (CCM), mostrado na figura 21.

Figura 21 – Localização dos itens.



Fonte: Próprio autor.

7. Deverá ser fornecido 01 Chave seccionadora;
8. Fornecer 250 metros de cabo PP 4x2,5 mm² para alimentação do motor;
9. Fornecer 250 metros de cabo PP 4x1 mm² para acionamento;

10. Fornecer a proteção para este motor (Disjuntor motor Siemens de até 6 A);
11. Fornecer conjunto completo (Chave + Cordoalha) de emergência Shmersal IP69K com suporte para fixação no equipamento. Por se tratar de item de segurança e ao modelo de higienização com jatos de água e produtos químicos, a proteção IP69K nesse caso será priorizada. A marca do conjunto se deve a padronização e ao estoque atual. A cordoalha deve ter 20 metros de comprimento e os devidos suportes para fixação. Contatos devem ser 2NA e 2NF.
12. Fornecer botoeira de emergência (blocos de contato + botoeira) com caixa de proteção em aço Inox IP69K com suporte para fixação no equipamento e com bloco de contato.

6.4 PACOTE CIVIL

O Pacote Civil tem como objetivo definir as adequações civis e as condições gerais dessa categoria. Os itens que devem ser considerados são:

- Adequar as canalizações de água existentes para alimentar os higienizadores da esteira e dos esgotos;
- Retirar tubulação INOX, marcada de vermelho na figura 22. A tubulação deverá ser retirada, pois a esteira que será instalada irá ocupar parte desse espaço.

Figura 22 - Tubulação atual



Fonte: Próprio autor.

- Será necessário abrir um dreno de 2" e fornecer uma curva Inox 90°, para interliga a calha da esteira ao dreno, conforme exemplificado na figura 23. O novo dreno deverá ser interligado ao esgoto existente. Para isso, será necessário abrir o piso até o dreno mostrado no item anterior, realizar a conexão dos drenos utilizando tubos de aço inox. Em seguida, a abertura deverá ser tampada com concreto. Acabamento deverá ser feito em Ucret.

Figura 23 - Adaptação da tubulação desejada.



Fonte: Próprio autor.

- A contratada deverá fornecer dispositivo para retenção de sujidades e itens sólidos, de modo que eles fiquem retidos na calha, conforme figura 24. Itens sólidos não devem, em hipótese alguma, serem despejados no dreno a ser aberto. O dreno tem como função exclusiva como canal para os efluentes (pluvial, água residual e efluente proveniente do processo):

Figura 24 - Retenção de material.



Fonte: Próprio autor.

- Para auxiliar nos trabalhos aconselhamos usar uma Cortadora de Piso de Concreto e Rompedor 30kg;

7 CONSIDERAÇÃO FINAIS

7.1 CONCLUSÕES

O atual cenário capitalista e altamente competitivo impõe as empresas a buscarem continuamente meios de otimizar seus processos. A necessidade de melhorar a eficiência da produção, redução de gastos operacionais, eliminação das perdas e atender as exigências do mercado consumidor, são os desafios do complexo industrial contemporâneo. Os fatores citados anteriormente são determinantes para estabelecer os preços e a qualidade dos produtos. Logo, o objetivo principal desse trabalho teve em vista propor uma melhoria no processo, que envolve algumas ferramentas da automação industrial, em um frigorífico no interior do Goiás. A proposta e sugestões apresentadas neste trabalho podem colaborar para pesquisadores, projetistas e profissionais do setor alimentício.

Tendo em vista os objetivos específicos, foram atingidos todos os itens. Iniciando, respectivamente por: A identificação através da literatura, a história da avicultura no Brasil; um estudo sobre a automação industrial, abordando o surgimento, conceito, arquitetura e os dispositivos mais utilizados na automação; O estudo do processo produtivo de um frigorífico, mapeamento do fluxo e suas variáveis; Descrição detalhada do local da proposta de melhoria, abordando as atividades, equipamentos e ferramentas do setor. E finalmente, o último objetivo era a elaboração de uma proposta de melhoria alinhada a necessidade e consenso da empresa, realizando a identificação dos principais pontos que deverão ser modificados, o levantamento dos novos equipamentos e as mudanças que ocorrerão no layout do setor.

Compete ressaltar a importância deste trabalho contribuindo significativamente com a formação profissional e pessoal do acadêmico. O trabalho aborda uma área importante dentro do campo de estudo da Engenharia Elétrica e na proposta expõe, indiretamente, que a engenharia é interdisciplinar. De modo geral, a engenharia como um todo envolve mecanismos elétricos, mecânicos e civis, de tal forma que é necessário o trabalho em equipe, composta por profissionais de várias áreas de conhecimento.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar:

- Após a aprovação da proposta, liberação da verba e for possível solicitar os orçamentos, realizar um estudo de viabilidade econômica;
- Após a compra dos equipamentos, levantar os dados técnicos e realizar a simulação do processo através de softwares ou uma simulação do projeto em laboratórios;
- Elaboração de planos de manutenção (Inspeção de rota elétrica, mecânica, civil; Preventivo; Lubrificação etc.) e análise financeira com gastos relacionados aos planos;
- Sugestão de outra proposta de melhoria que atenda essa demanda da empresa.

REFERÊNCIAS

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 1. ed. São Paulo. Editora Atlas S.A., 2002, 169 p.

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**. Brasília, DF: ABPA. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em: 03 abr. 2021.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Produção mundial de carne de frango e exportação devem bater recorde de 2021, diz USDA**. São Paulo, SP: NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2020. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/271007-producao-mundial-de-carne-de-frango-e-exportacao-devem-bater-recorde-de-2021-diz-usda.html#.YH-N1f-hKjIU>. > Acesso em: 10 abr. 2021.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation**. 2. ed. Nova York, USA, Editora Simon Schuster, 2003, 400 p.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Evolução da Avicultura no Brasil**. São Paulo, SP: CEPEA, 2014. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/-revista/pdf/0969140001468869743.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

RODRIGUES, W. O. P. et al. Evolução da Avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2-4, abr. 2014.

EMBRAPA. **A cadeia produtiva do frango de corte no Brasil e na Argentina**. 1. Ed. Concórdia: Tânia Maria Biavatti Celant, 1997. 165 p.

ESPÍNDULA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Geosul**, Florianópolis, v. 27, n. 53, p 89-113, jan./jun. 2012.

SCHIMIDT, N. S., SILVA, C., Z. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **RESR – Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba SP, v. 56, n. 03, p. 467-482, jul./set. 2018.

EMBRAPA. **Sonho, desafio e tecnologia – 35 anos de contribuições da EMBRAPA Suínos e Aves**. 1. Ed. Concórdia: Tânia Maria Biavatti Celant, 2011. 473 p.

ABPA. **Relatório Anual 2021**. 2021. São Paulo, SP. Disponível em: <https://data.gessulli.com.br/file/2021/04/28/H084958-F00000-X410.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

MARCAL, L., F.; GUIMARAES, M. P.; RESENDE, A. A. **Automatização de uma termoformadora visando melhorias no processo produtivo de uma empresa fabricante de peças termoplásticas para o setor automobilístico**. 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_177_013_22735.pdf. Acesso em: 18 mai. 2021.

CASTRUCCI, P. L.; MORAES, C. C. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. Ed. Rio de Janeiro, Grupo Editorial Nacional, 2007, Grupo Editorial Nacional, 2007, 61 p.

GOEKING, W. **Da máquina a vapor aos softwares de automação**. 2010. Disponível em: <https://osetoreletrico.com.br/da-maquina-a-vapor-aos-softwares-de-automacao/>. Acesso em: 18 mai. 2021.

HOBSBAWM, Eric. J. **Da Revolução Industrial inglesa ao imperialismo**. 3. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1983.

CUOGO, F. C. **O reflexo da terceira revolução industrial no desenvolvimento tecnológico e a relação com a educação a distância**. 2012. 70p. Tese (Licenciatura em História) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/2832/Monografia_UNIJUI_Francisco.pdf?sequence=1. Acesso em: 19 mai. 2021.

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. **A importância da Revolução Industrial no mundo da tecnologia**. Anais Eletrônico, VII EPCC, CESUMAR, 2011. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/handle/123456789/6395>. Acesso em: 20 mai. 2021.

METALTEX. **P20 - Botão de comando plástico 22mm**. 2021. Disponível em: <https://www.metaltex.com.br/produtos/automacao/comando/p20-botao-de-comando-plastico->

22mm. Acesso em: 21 mai. 2021.

DESTERRO ELETRICIDADE. **O que são relés – tipo e usos.** 2017. Disponível em: <https://www.asterroeletridade.com.br/blog/eletrica/o-que-sao-reles-tipo-e-usos/>. Acesso em: 21 mai. 2021.

SLIDE PLAY. **Instalação de Sistemas de Acionamentos Industriais.** 2021. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/amp/11680859/>. Acesso em: 21 mai. 2021.

MANUTENÇÃO EM FOCO. **Atuadores de máquinas e equipamentos.** 2018. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/atuadores-de-maquinas-e-equipamentos/>. Acesso em: 21 mai. 2021.

ENGEREY. **Tipos e aplicações de sensores na indústria.** 2017. Disponível em: <http://www.engerey.com.br/blog/tipos-e-aplicacoes-de-sensores-na-industria>. Acesso em: 21 mai. 2021.

CONHECENDO A ELÉTRICA.COM. **Inversores de Frequência, o que é? Como Funciona?**. 2019. Disponível em: <https://www.conhecendoaeletrica.com/blog/2019/01/01/inversores-de-frequencia-o-que-e-como-funciona/>. Acesso em: 22 mai. 2021.

REVIMAQ. **Tudo sobre CLPs: Controladores Lógicos Programáveis Eletrônicos.** 2017. Disponível em: <https://revimaq.com/blog/tudo-sobre-clps-controladores-logicos-programaveis-eletronicos/>. Acesso em: 21 mai. 2021.

ALTUS. O que é e porque você deve utilizar uma IHM na sua aplicação. 2020. Disponível em: <https://www.altus.com.br/post/360/o-que-e-e-porque-voce-deve-utilizar-uma-ihm-na-sua-aplicacao>. Acesso em: 21 mai. 2021.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial.** São Paulo: Edipro, 2016. 159 p.

SACOMANO, J. B.; LIMA, A. W. B. **Indústria 4.0: Conceitos e fundamentos.** 1. Ed. São Paulo: Blucher, 2018. E-book. Disponível em: <https://toaz.info/doc-viewer>. Acesso em: 25 mai. 2021.

JUNIOR, L. C. A.; FILHO, P. de S.; CUSTÓDIO, L. R.; SILVA, G. P. **Virtualização, Otimização e Flexibilização de Processos e da gestão: Potencialidades da Indústria 4.0.** Revista de Tecnologia da Informação Aplicada. Goiânia: Revista Científica Da Faculdade SENAI FATESG, 2018. 59 p.

CNI. Confederação nacional da indústria. **Indústria 4.0: novo desafio para as empresas brasileiras.** 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/e0/aa/e0aabd52-53ee-4fd8-82ba-9a0ffd192db8/sondespecial_industria40_abril2016.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

LUIZ, Norton. **Mercedes-Benz já produz caminhões com a filosofia da indústria 4.0.** 2018. Disponível em: <https://www.dm.com.br/dm-autos/2018/04/mercedes-benz-ja-produz-caminhoes-com-a-filosofia-da-industria-4-0/>. Acesso em: 26 mai. 2021.

CNI. Confederação nacional da indústria. **Desafios para Indústria 4.0 no Brasil.** 2016. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em: 26 mai. 2021.

CERTI, Insights. **O que falta para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil?.** 2021. Disponível em: <https://certi.org.br/blog/industria-4-0-no-brasil/>. Acesso em: 26 mai. 2021.