

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JANAINA TRASSI

**MENSURAÇÃO DO BALANCEAMENTO DE LINHA NO SETOR DE CORTE DE
AVES DE UMA EMPRESA FRIGORÍFICA DO PARANÁ**

CAMPO MOURÃO

2022

JANAINA TRASSI

**MENSURAÇÃO DO BALANCEAMENTO DE LINHA NO SETOR DE CORTE DE
AVES DE UMA EMPRESA FRIGORÍFICA DO PARANÁ**

**Measurement of line balancing in the poultry cutting sector of a Refrigerator
Industry in Paraná**

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do título de Mestre em Inovações
Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do
Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Prof. Dr. Roberto Ribeiro Neli.

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



JANAINA TRASSI

MENSURAÇÃO DO BALANCEAMENTO DE LINHA NO SETOR DE CORTE DE AVES DE UMA EMPRESA FRIGORÍFICA DO PARANÁ

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Inovações Tecnológicas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Inovações Tecnológicas.

Data de aprovação: 27 de Abril de 2023

Dr. Leandro Waidemam, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Marcia De Fatima Moraes, Doutorado - Universidade Estadual do Paraná (Unespar)

Dr. Wyrllen Everson De Souza, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 27/04/2023.

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelo
apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Meu especial agradecimento a Deus pelas bênçãos e realizações na minha vida.

Aos meus pais: Paulo e Maria, irmãos: Tatiana e Junior, e sobrinhos, que sempre me incentivaram e proporcionaram estudo.

À UTFPR, coordenador e professores do curso que nos permitiram adquirir conhecimento nesta trajetória e nos possibilitaram essa formação.

Ao meu professor orientador, Prof. Dr. Roberto Neli, pela especial orientação e atenção no desenvolvimento do estudo.

Aos colegas de curso, pelos momentos compartilhados.

Às amigas Shayane e Eliza pelo carinho, apoio e incentivo prestado constantemente.

À Empresa, pela oportunidade concedida para a realização deste estudo, através do gerente, supervisores, auxiliares e funcionários de produção, que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal.

“O sábio de coração será chamado prudente, e a
doçura dos lábios aumentará o ensino”.
(Provérbios 16:21)

RESUMO

O balanceamento de linha é uma estratégia de produção que busca melhorar a produtividade e eficiência de processos, por meio da otimização do fluxo de trabalho. Assim, este estudo de caso teve como objetivo analisar o balanceamento de linha no setor de corte de um frigorífico de aves localizado na cidade de Campo Mourão/Paraná. Para o desenvolvimento do trabalho foi realizado o levantamento das atividades do processo, a determinação de tempos considerados padrão para a realização das atividades, a análise do número de funcionários, assim como, a taxa de produção almejada e o tempo disponível de produção do frigorífico. O balanceamento foi mensurado nas duas linhas de cone do Shawarma do primeiro turno, que precisaram ser ajustadas ao tipo de processo produtivo, levando em consideração para o balanceamento de linha, a velocidade do cone e o número de funcionários de cada posto de trabalho, pois esses fatores são indicadores de eficiência da linha no frigorífico. Conclui-se, com a mensuração das linhas de cone do Shawarma em uso, certa ociosidade, com uma eficiência média de 110%. Assim, recomenda-se alguns ajustes com relação ao número de funcionários, passando de 40 para 38, e, a velocidade do cone, passando de 76 cones/minuto para 68 cones/minuto, através de um novo cenário proposto, atendendo a taxa de produção almejada, dentro do tempo estabelecido de trabalho pela empresa, permanecendo em 100% de eficiência média.

Palavras-chave: processo produtivo; balanceamento de linha; eficiência; aves.

ABSTRACT

Line balancing is a production strategy that seeks to improve productivity and process efficiency by optimizing the workflow. Thus, this case study aimed to analyze the line balancing in the cutting sector of a poultry slaughterhouse located in the city of Campo Mourão/Paraná. For the development of the work, a survey of the process activities was carried out, the determination of times considered standard for carrying out the activities, the analysis of the number of employees, as well as the desired production rate and the available time of production of the slaughterhouse. Balancing was measured in the two Shawarma cone lines in the first shift, which had to be adjusted to the type of production process, taking into account the speed of the cone and the number of employees at each workstation, as these factors are efficiency indicators of the line in the fridge. It is concluded, with the measurement of the cone lines of the Shawarma in use, some idleness, with an average efficiency of 110%. Thus, some adjustments are recommended regarding the number of employees, changing from 40 to 38, and the cone speed, changing from 76 cones/minute to 68 cones/minute, through a new proposed scenario, taking into account the rate of desired production, within the established time of work by the company, remaining at 100% average efficiency.

Keywords: production process; line balancing; efficiency; poultry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Arranjo físico posicional ou de posição fixa	23
Figura 2 – Arranjo físico funcional ou por processo	24
Figura 3 – Arranjo físico celular.....	25
Figura 4 – Arranjo físico por produto ou em linha	26
Figura 5 – Arranjo físico misto.....	27
Figura 6 - Fluxograma da unidade industrial de aves	48
Figura 7 – Fluxograma da Sala de Cortes	56
Figura 8 – Fluxogramas do front half	57
Figura 9 – Diagrama de Precedências	68
Quadro 1 – Tempos de parada e tempos trabalhados	64
Quadro 2 – Atividades realizadas e número de funcionários.....	65
Quadro 3 – Tempos das Atividades.....	66
Quadro 4 – Tempo de operação e relação de precedência	67
Quadro 5 – Eficiência dos postos de trabalho.....	71
Quadro 6 – Eficiência dos postos de trabalho com 68 cones/min.....	74
Quadro 7 - Tempo das atividades com 38 cones	86
Quadro 8 - Tempo das atividades com 38 cones (2)	87
Quadro 9 - Tempo das atividades com 38 cones (3)	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABERGO	Associação Brasileira de Ergonomia
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
BL	Balanceamento de Linha
BRC	<i>British Retail Consortium</i>
CDIAL	Centro de Divulgação do Islam para América Latina
CMS	Carne Mecanicamente Separada
CRA	Controle e Recepção de Aves
CT	Conteúdo de trabalho
DIF	Departamento de Inspeção Federal
DORT	Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho
E	Eficiência
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
FAL	Ficha de Acompanhamento de Lote
FFO	Fábrica de Farinha e Óleo
FSIS	<i>Food Safety and Inspection Service</i>
GTA	Guia de Trânsito Animal
IEA	Associação Internacional de Ergonomia
IF	Inspeção Federal
IQF	<i>Individually Quick Frozen</i>
KFC	<i>Kentucky Fried Chicken</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
ME	Mercado Externo
MI	Mercado Interno
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MTM	<i>methods-time measurement</i>
N	Número mínimo de posto de trabalho/operadores
NR	Norma regulamentadora
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OP	Ordens de Produção
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PC	Ponto de Controle Biológico
PCC	Ponto Crítico de Controle
PCP	Planejamento e controle da produção
PPHO	Procedimento padrão de higienização pré-operacional
SBC	Serviço Brasileiro de Certificações
SECEX	Secretaria de Comércio Exterior
SIF	Sistema de Inspeção Federal
TC	Tempo de ciclo
TMU	<i>time measurement unit</i>
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UP	Unidade Produtora
UTM	unidade de medida de tempo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos Geral e Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Carne de Frango	17
2.2 Ergonomia	18
2.3 Planejamento e Controle da Produção (PCP)	20
2.4 Arranjo Físico – <i>Layout</i>	22
2.4.1 Arranjo Físico Posicional ou de Posição Fixa	22
2.4.2 Arranjo Físico Funcional ou por Processo	23
2.4.3 Arranjo Físico Celular	24
2.4.4 Arranjo Físico por Produto ou em Linha	25
2.4.5 Arranjos Físicos Mistos	26
2.5 Estudo de Tempos	27
2.5.1 Divisão da Operação em Elementos	28
2.5.2 Técnicas de Determinação do Tempo Padrão	28
2.5.3 Cronometragem	29
2.5.4 Amostragem do Trabalho	29
2.5.5 Tempos Predeterminados	30
2.6 Balanceamento de Linha	31
2.6.1 Elaboração do Balanceamento de Linha	34
2.6.1.1 Métodos heurísticos de balanceamento de linha	37
2.6.1.1.1 <i>Método de Hegelson e Birnie</i>	37
2.6.1.1.2 <i>Método de Kilbridge e Webster</i>	37
2.6.2 Problemas do Balanceamento de Linha	37
2.7 Detalhamento da Inovação	38
3 METODOLOGIA	40
3.1 Delimitação da Pesquisa	40
3.2 Universo e Amostra	41
3.3 Coleta de Dados	42
3.3.1 Instrumento de Coleta de Dados	42

3.3.2 Procedimento de Coleta de Dados.....	42
3.4 Análise de Dados.....	42
3.5 Disponibilidade de Infraestrutura e Apoio Técnico.....	43
3.6 Ambiente de Estudo.....	43
3.6.1 Apresentação da Empresa	43
3.6.2 Cadeia de Valor da Companhia na área de Aves	45
3.6.3 Unidade Industrial de Aves de Campo Mourão	47
3.6.4 Descrição do Processo.....	47
<u>3.6.4.1 Incubatório e Aviário.....</u>	<u>49</u>
<u>3.6.4.2 Recepção do Caminhão</u>	<u>49</u>
<u>3.6.4.3 Galpão de Espera</u>	<u>49</u>
<u>3.6.4.4 Recepção dos Frangos na Plataforma</u>	<u>50</u>
<u>3.6.4.5 Lavagem e Sanitização dos Caminhões</u>	<u>50</u>
<u>3.6.4.6 Lavagem e Desinfecção das Gaiolas</u>	<u>50</u>
<u>3.6.4.7 Pendurar Frango na Nórea.....</u>	<u>50</u>
<u>3.6.4.8 Cuba de Insensibilização e Sangria</u>	<u>51</u>
<u>3.6.4.9 Escaldagem.....</u>	<u>51</u>
<u>3.6.4.10. Depenagem.....</u>	<u>51</u>
<u>3.6.4.11 Inspeccionar Frangos.....</u>	<u>51</u>
<u>3.6.4.12 Corte dos Pés.....</u>	<u>52</u>
<u>3.6.4.13 Transpasse dos Frangos.....</u>	<u>52</u>
<u>3.6.4.14 Retirada da Cabeça.....</u>	<u>52</u>
<u>3.6.4.15 Succão de Fezes e Retirada da Cloaca</u>	<u>52</u>
<u>3.6.4.16 Corte do Abdômen</u>	<u>52</u>
<u>3.6.4.17 Evisceradora</u>	<u>53</u>
<u>3.6.4.18 Separação dos Miúdos.....</u>	<u>53</u>
<u>3.6.4.19 Retirada do Papo e Traqueia</u>	<u>53</u>
<u>3.6.4.20 Retirada da Pele do Pescoço</u>	<u>54</u>
<u>3.6.4.21 Inspeção dos Frangos</u>	<u>54</u>
<u>3.6.4.22 Lavagem Final dos Frangos</u>	<u>54</u>
<u>3.6.4.23 Resfriamento dos Frangos</u>	<u>54</u>
3.6.5 Descrição do Processo da Sala de Cortes	55
<u>3.6.5.1 Cortes Normais</u>	<u>58</u>
<u>3.6.5.1.1 Back Half.....</u>	<u>58</u>

3.6.5.1.2 <i>Front Half</i>	59
<u>3.6.5.2 Shawarma</u>	<u>60</u>
3.6.5.2.1 <i>Colocar Carcaça no Cone</i>	60
3.6.5.2.2 <i>Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo</i>	60
3.6.5.2.3 <i>Deslocar e Baixar a Perna Esquerda</i>	61
3.6.5.2.4 <i>Deslocar Asa e Baixar Peito Direito</i>	61
3.6.5.2.5 <i>Inspecionar Osso Jogador</i>	61
3.6.5.2.6 <i>Retirar Asa Esquerda</i>	61
3.6.5.2.7 <i>Retirar Asa Direita</i>	62
3.6.5.2.8 <i>Deslocar e Baixar a Perna Direita</i>	62
3.6.5.2.9 <i>Retirar do Cone e Refilar Manta</i>	62
3.6.5.2.10 <i>Riscar e Retirar Sassami</i>	62
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1 Estudo de Caso – Balanceamento de Linha	64
4.1.1 <i>Caracterização da Produção</i>	64
4.1.2 <i>Cálculo do Tempo de Ciclo (TC)</i>	68
4.1.3 <i>Cálculo do Número de Pessoas</i>	69
4.1.4 <i>Aplicação do Balanceamento de Linha</i>	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE	85

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de carne de frango no ano de 2022 foi de 100.931 milhões de toneladas, sendo o Brasil, o segundo maior produtor, liderando o ranking de maior exportador mundial. Para o ano de 2023, a previsão é de aumento nas exportações, impulsionada principalmente pelo aumento da demanda na China, União Europeia e Arábia Saudita, uma vez que o crescimento da produção está limitado em muitos países exportadores concorrentes, e com isso espera-se mais oportunidades para o Brasil no mercado mundial (ABPA, 2022a).

Assim, para que estas previsões se confirmem é fundamental melhorar a eficiência na produção e no processamento, pois com a acirrada e crescente competitividade observada nos mercados, aliada a um consumidor cada vez mais exigente, as indústrias necessitam modificar o sistema produtivo buscando formas inovadoras de produção e administração, a fim de atingir novas estratégias de diferenciação de produtos por meio de técnicas que visem otimizar a produção com qualidade (MARINO, 2006).

Neste contexto, o planejamento e controle da produção (PCP) é uma ferramenta gerencial indispensável nas indústrias, tradicionalmente ligada à engenharia de produto ou de produção (LEME *et al.*, 2016). O PCP é um sistema de gerenciamento dos recursos operacionais de produção de uma empresa, envolvendo planejamento, programação e controle (TUBINO, 2000), bem como a determinação das quantidades que serão produzidas, do layout da planta para melhor aproveitamento do fluxo de insumos, das etapas de cada processo de manufatura e da designação de mão de obra, para a transformação das matérias primas (LEME *et al.*, 2016).

A transformação da matéria prima em produto acabado consiste em uma sequência lógica de operações em um determinado processo produtivo de uma linha de produção. Linhas de produção são arranjos produtivos originalmente desenvolvidos para obter alto desempenho, com baixo custo, por meio da padronização dos produtos, e que necessitam de constantes ajustes (BOYSEN; FLIEDNER; SCHOLL, 2007).

Em processos produtivos existem discrepâncias entre etapas mais lentas e processos subsequentes que limitam a capacidade produtiva da empresa. Nesse contexto, o balanceamento de linha possui papel fundamental no processo produtivo,

pois tem como objetivo atingir a máxima eficiência de uma determinada linha de produção, atribuindo tarefas aos postos de trabalho, de forma a atingir uma dada taxa de produção, e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos de trabalho, para se atingir uma determinada meta de produção, não deixando espaços entre os postos e nem deixando gargalos (MOREIRA, 2002, p. 412), agrupando os postos de trabalho de maneira equilibrada, permitindo um fluxo do processo (BATALHA, 2001, p. 339).

O fluxo do processo produtivo é determinado por um arranjo físico que utilize de forma ideal o espaço físico da empresa, com a organização de máquinas, equipamentos, pessoas, informação e departamentos (SLACK *et al.*, 1999), visando a eficiência dos processos e redução de custos. Também, a crescente demanda de produção de carne de frango, pressionam as indústrias a melhorarem a sua eficiência produtiva por meio do aprimoramento tecnológico, a fim de eliminar desperdícios, defeitos ou ineficiências na linha de produção, que possam resultar em prejuízos.

Portanto, o balanceamento de linha pode contribuir para que as empresas busquem atingir a máxima eficiência nas linhas de produção, minimizando o tempo ocioso nas tarefas ou operações, por meio de ações que resultem em otimização do processo e aumento do poder competitivo, assim, este trabalho tem como foco responder a seguinte pergunta de pesquisa: o balanceamento de linha no setor de cortes de aves melhora a eficiência do processo de produção? Sendo, o balanceamento de linha entendido como um método de programação em processos repetitivos, onde distribui-se a carga de trabalho aos recursos produtivos, de forma a garantir uma maior uniformidade do trabalho dos fatores envolvidos.

Nos últimos anos, vários trabalhos sobre balanceamento de linha vêm sendo desenvolvidos no Brasil, incluindo dissertações, teses e artigos publicados em anais de congressos e periódicos. Desses, poucos enfocam o balanceamento de linha no setor de corte de aves. Para Miyata e Boiko (2012), a técnica do balanceamento de linha resolve o problema de programação de produção em linhas de produção de frigoríficos, a partir do estudo de tempos e da racionalização dos métodos e processos de produção, considerando os fatores de dificuldade envolvidos.

Nesse cenário, esta pesquisa justifica-se pela proposta de reduzir os gargalos na linha de cortes de aves do frigorífico, com a motivação de reduzir as perdas, otimizar o trabalho e maximizar o fluxo das linhas de operação. Realizar o balanceamento de linha não é uma atividade simples e corriqueira na realidade das

empresas, pois além de conhecer as variáveis e processos, é necessário realizar cálculos e testar modelos que proporcionem um fluxo constante ao processo, reduzindo ao máximo as ociosidades de equipamentos e pessoas, assim como, possível sobrecarga.

1.1 Objetivos Geral e Específicos

Enfim, buscando preencher esta lacuna, o objetivo do trabalho foi analisar o balanceamento de linha no setor de corte de aves de uma empresa frigorífica do Paraná, no município de Campo Mourão.

Como objetivos específicos:

- Caracterizar o processo de produção atual;
- Levantar e mapear as tarefas operacionais do processo de produção (mão-de-obra, equipamentos e layout);
- Realizar medições do tempo das operações na linha de produção;
- Calcular o conteúdo de trabalho, tempo de ciclo; número de funcionários;
- Mensurar o balanceamento de linha no setor de corte de aves, levantando a eficiência da linha.

Após a introdução, este estudo se estrutura com o referencial teórico, apresentando as bases teóricas que permeiam o tema do balanceamento de linha de produção. Em seguida, os procedimentos metodológicos empregados, indicando as etapas e procedimentos para a coleta e análise de dados, todo o ambiente de estudo, com o histórico da empresa e descrição do processo. Posteriormente são apresentados os resultados e as discussões referentes aos dados coletados na indústria frigorífica, da produção e a aplicação do balanceamento de linha. E por fim, as considerações finais, onde, além das questões técnicas quantitativas apresentadas, considera questões práticas e operacionais do processo produtivo, assim como, questões comportamentais e ergonômicas, abordando sugestões para melhoria e eficiência das linhas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas as bases teóricas que permeiam o tema do balanceamento de linha de produção. Inicialmente é abordada a temática da carne de frango, da ergonomia, do planejamento e controle da produção e da importância do arranjo físico. Em seguida efetiva-se uma argumentação sobre o estudo de tempos e os procedimentos para elaboração do balanceamento de linha. Posteriormente é apresentada uma breve revisão sobre a inovação do tema e os possíveis fatores determinantes que influenciam para que ocorra o processo.

2.1 Carne de Frango

A produção mundial de carne de frango no ano de 2022 foi de 100.931 milhões de toneladas, sendo o Brasil, o segundo maior produtor, com produção de 14.500 milhões de toneladas, o que equivale a 1,5% de crescimento em relação ao total produzido em 2021, considerado o maior volume de produção já registrado no país. Deste total, 66,89% foram direcionados ao mercado interno. O cenário foi de crescimento nas exportações, alcançando 5% de aumento no volume comparado ao ano anterior, tornando o país o maior exportador mundial de carne de frango (ABPA, 2022a).

Segundo os dados disponibilizados pela Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), a exportação de carnes de aves e derivados subiu do 5º para o 4º lugar no ranking das exportações brasileiras em 2022, representando 37,75% da receita global das três carnes (aves, suínos e bovinos) vendidas, conforme a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2022b).

Esta posição foi conquistada a partir da integração entre a indústria processadora e os produtores, melhora da qualidade do processo de produção e do produto final, sobretudo devido a redução dos custos, tornando-se mais competitivo internacionalmente e a ocorrência de problemas de sanidade animal em vários países, que beneficiaram a exportação brasileira, a partir dos anos 2000 (SANTINI; SOUZA FILHO; PINHO, 2006).

Nos últimos cinquenta anos, a produção mundial de aves aumentou doze vezes, e de acordo com projeções da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), até 2030, a carne de frango será a proteína

mais consumida no mundo, representando 41% do total, seguida das carnes suína, com 34%, bovina com 20% e ovina com 5% de participação. Esta estimativa é decorrente do aumento de renda da população global, da acessibilidade de preço e pelo fato do consumo de aves não sofrer restrições religiosas, como ocorre com os bovinos e suínos (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2022).

2.2 Ergonomia

A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO) descreve ergonomia conforme a definição da Associação Internacional de Ergonomia (IEA) em agosto de 2000.

Ergonomia (ou fatores humanos) é a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema (ABERGO, 2022).

Além disso, a IEA divide os domínios da ergonomia em três especializações: fatores físicos, cognitivos e organizacionais (ABERGO, 2022). Nesse contexto, o trabalho limita-se à ergonomia física, mais especificamente aos aspectos das condições ambientais dos postos de trabalho em análise.

Condições de trabalho são as conjunturas que influenciam o próprio trabalho. Assim sendo, abrange o posto, o ambiente, os meios, as tarefas, o método, a organização e a jornada de trabalho, os turnos, as pausas, a alimentação e o serviço médico (HABER, 2021).

Ao empregador cabe realizar a análise ergonômica dos postos de trabalho, considerando, no mínimo, as condições de trabalho conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora n.º 17. A NR 17 também privilegia a participação do trabalhador na solução dos problemas existentes nos postos de trabalho. A análise ergonômica do trabalho é um processo construtivo e participativo para a resolução de um problema complexo e exige o conhecimento das tarefas, da atividade desenvolvida para realizá-las e das dificuldades enfrentadas para atingir o desempenho e a produtividade exigidos (BRASIL, 2022).

Apesar dos contínuos avanços tecnológicos introduzidos pela cadeia produtiva avícola, estimulados pela organização do segmento industrial, como a

implementação de rígido controle de refrigeração e mecanização da nória transportadora, os projetos dos postos de trabalho das indústrias processadoras, não acompanharam a evolução do sistema, por consequência, os trabalhadores são submetidos a exigências de maiores índices de produtividade e qualidade de corte, por meio de trabalho intensivo e desgastante, com o aumento da velocidade das esteiras das linhas de produção, como no rígido sistema de produção taylorista/fordista (BARTH; GUIMARÃES, 2008).

O Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) relata que os processos de produção utilizados nas empresas de abate e processamento de carnes são organizados de tal maneira que as atividades desenvolvidas apresentam potencial de risco à saúde e à segurança dos trabalhadores (BRASIL, 2004).

Dentre os diferentes tipos de risco ocupacional a que estão sujeitos os trabalhadores segundo o MTE (BRASIL, 2004), destacam-se:

- Risco químico - produtos químicos utilizados na higienização dos locais de abate e dos equipamentos; produtos e processos químicos utilizados para a produção da carne, como a salga e a defumação.
- Risco de acidentes - devido ao manuseio de equipamentos perfurocortantes utilizados no abate e cortes da carne; eletricidade; quedas.
- Risco ergonômico - devido ao ritmo excessivo de trabalho, repetitividade das tarefas, levantamento de pesos e posturas inadequadas no trabalho.
- Risco físico - devido às vibrações do maquinário, variações bruscas de temperatura pela entrada e saída de câmaras frias, umidade constante e equipamentos de escaldadura, com água à alta temperatura.
- Risco biológico - devido à exposição aos agentes biológicos como: bactérias, vírus, fungos, parasitas, dentre outros.

Nesse contexto, além dos riscos a que estão submetidos os trabalhadores na execução das atividades, Marra, Souza e Cardoso (2013), advertem sobre o esforço e a força que os profissionais empregam para a realização das atividades rotineiras, no manuseio de produtos e/ou no uso de ferramentas. O esforço está relacionado à posição do objeto em relação ao corpo e o manuseio de produtos ou equipamentos que podem exigir dedicação extraordinários, o que gera uma alta prevalência de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT).

De acordo com Oliveira e Mendes (2014), o aumento de casos de lesão por esforço repetitivo entre os trabalhadores de processamento de carnes aparece de forma destacada, além disso, riscos relacionados às posturas inadequadas dos membros superiores, tronco e cabeça, como elevação dos ombros, inclinação do tronco, extensão do pescoço e trabalho estático durante o processo produtivo têm provocado sequelas na categoria. Estes distúrbios ocorrem devido à postura fixa de pé, como na linha de corte e desossa e, em função do trabalho dinâmico dos membros superiores e inferiores em outras atividades, como no transporte individual de cargas, no manuseio de peças de cortes, entre outras.

Em um estudo ergonômico realizado por Delwing (2007), no setor de cortes de frangos em um frigorífico no Rio Grande do Sul, verificou-se que a ausência da prática do rodízio de funções, promove o esforço estático sem a possibilidade de alternância postural e diversificação dos movimentos. As maiores dificuldades identificadas pelos trabalhadores para a execução do trabalho, por ordem de importância foram: 1) frio da sala de cortes; 2) dor e formigação dos braços, ombro, costas; 3) velocidade muito rápida de produção (ex.: a nórea transporta os frangos a serem desossados a uma velocidade de 6.000 frangos/h); 4) altura elevada das mesas; 5) excesso de ruído dos ventiladores (que gera dor de cabeça); 6) vento dos ventiladores; 7) falta de rodízio entre as atividades realizadas na nórea e nas mesas; 8) excesso de cobrança do auxiliar / falta de preparo e educação do chefe; 9) altura da mesa baixa para os trabalhadores mais altos; 10) falta de espaço na mesa, o que dificulta os movimentos, principalmente no final da linha de produção, onde ocorre os gargalos, ou seja, acúmulos de produtos denominados capote.

Segundo a NR 36, o mobiliário e os postos de trabalho devem ser adaptados para favorecer a alternância das posições e proporcionar mais qualidade para o trabalhador exercer as tarefas. Os equipamentos de trabalho sejam bancadas, esteiras, mesas ou máquinas devem proporcionar condições de boa postura, visualização e operação (BRASIL, 2013).

2.3 Planejamento e Controle da Produção (PCP)

O planejamento e controle da produção (PCP) é uma ferramenta gerencial indispensável nas indústrias, tradicionalmente ligada à engenharia de produto ou de produção (LEME *et al.*, 2016). O PCP pode ser considerado como um sistema de

informação da produção, determinando o que vai ser produzido, quando vai ser produzido, quanto vai ser produzido, onde vai ser produzido e como vai ser produzido (PASQUINI, 2016). O PCP é muito importante dentro de uma empresa pois, além da melhoria na produção, proporciona eficácia ao processo produtivo (GOMES; VIEIRA JUNIOR, 2020).

De acordo com Tubino (2000), o PCP é um sistema de gerenciamento dos recursos operacionais de produção de uma empresa, envolvendo planejamento, programação e controle. O PCP tem uma conexão básica entre as estratégias da empresa e, ao propor o controle e planejamento adequados em seu sistema produtivo, facilita a obtenção dos índices de qualidade e produtividade desejados.

Assim, para atender as necessidades de clientes e, oferecer produtos com maior qualidade, agilidade e com custos menores que os dos concorrentes, o PCP auxilia na determinação das quantidades que serão produzidas, do layout da planta para melhor aproveitamento do fluxo de insumos, das etapas de cada processo de manufatura e da designação de mão de obra, para a transformação das matérias primas (LEME *et al.*, 2016).

A transformação da matéria prima em produto acabado consiste em uma sequência lógica de operações em um determinado processo produtivo de uma linha de produção. Linhas de produção são arranjos produtivos originalmente desenvolvidos para obtenção de alto desempenho, com baixo custo, por meio da padronização dos produtos, e que necessitam de constantes ajustes (BOYSEN; FLIEDNER; SCHOLL, 2007).

Nesse contexto, Slack *et al.* (1999) afirmam que o controle da produção tem por objetivo fazer com que o planejado seja executado, atingindo as metas propostas na elaboração do planejamento organizacional. O PCP desenvolve diversas atividades que visam manter a produção de acordo com os objetivos da empresa, altos índices de produtividade e visando sempre o menor custo e cumprindo com os prazos estabelecidos no cronograma (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010).

Uma forma de melhorar a produtividade e eficiência de um processo e, se diferenciar dos concorrentes está relacionado com a redução ou eliminação das perdas durante as etapas do processo (CARVALHO; CHRIST, 2021). Sabe-se que em todo processo de cadeia produtiva ocorrem perdas, contudo, que podem ser reduzidas com a aplicação de ferramentas e métodos que auxiliem nos processos fabris.

A cadeia agroindustrial da carne de frango engloba vários segmentos, dentre os quais, destacam-se a indústria de insumos, agropecuária, processamento, unidades produtivas, logística de abastecimento, manufatura, distribuição e o mercado consumidor. Dessa forma, o PCP insere-se como ferramenta para o aprimoramento de setores como planejamento de estoques, compra de matéria-prima e organização da produção, para que exista uma relação eficaz e eficiente entre todos esses segmentos e que gerem produtos e serviços de acordo com a demanda do consumidor (SLACK; CHAMBERS, JOHNSTON, 2002), assim, permitindo visualizar onde implementar melhorias e ajustar o processo produtivo, para se obter um produto mais competitivo para o mercado consumidor (GARCIA; BERTUOL; TONETI, 2006).

2.4 Arranjo Físico – *Layout*

O fluxo do processo produtivo é determinado por um arranjo físico que utiliza de forma ideal o espaço físico da empresa, com a organização de máquinas, equipamentos, pessoas, informação e departamentos (SLACK *et al.*, 1999), visando a eficiência dos processos e redução de custos.

A aplicação do arranjo físico se preocupa com a localização física dos recursos de transformação, e se justifica porque decisões como organizar a produção possuem impacto direto nos custos de uma operação produtiva. Além disso, elevados investimentos são necessários para construir ou modificar o layout produtivo, quando este é ineficiente (REZENDE *et al.*, 2020).

O tipo de *layout* utilizado nas empresas tem grande influência no sucesso e produtividade do processo produtivo. A maioria dos arranjos físicos deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico: arranjo físico posicional ou de posição fixa; arranjo físico funcional ou por processo; arranjo físico celular e arranjo físico por produto ou em linha (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

2.4.1 Arranjo Físico Posicional ou de Posição Fixa

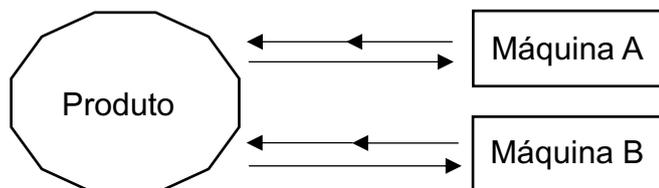
O arranjo físico posicional ou arranjo físico de posição fixa caracteriza-se pelo material ou pessoa ficar estacionário no processamento da operação, seja, por impossibilidade ou por inviabilidade ou por inconveniência de fazê-lo mover-se entre

as etapas do processo de agregação de valor (SLACK; CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

Neste *layout*, segundo Martins e Laugeni (2002, p.112) “o material permanece fixo em uma determinada posição e as máquinas se deslocam até o local executando as operações necessárias.” (Figura 1). Para Francischini e Fegyveres (2010), as características desse arranjo são:

- Produto fabricado de grandes dimensões;
- Poucas unidades fabricadas;
- Produto fica fixo e os recursos produtivos dirigem-se a ele;
- Equipamento de alta flexibilidade.

Figura 1: Arranjo físico posicional ou de posição fixa



Fonte: Martins e Laugeni (2002, p. 113).

2.4.2 Arranjo Físico Funcional ou por Processo

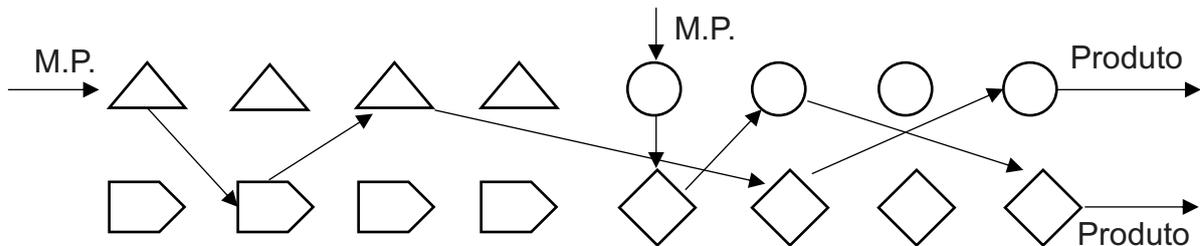
No arranjo físico por processo, característico de muitas indústrias e provavelmente da maioria das atividades de prestação de serviços, os centros de trabalho são agrupados de acordo com a função que desempenham. Os materiais ou pessoas movem-se de um centro a outro de acordo com a necessidade (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

Neste tipo de *layout* (Figura 2), citado por Stahlberg Filho (1997) e Martins e Laugeni (2002), os equipamentos e habilidades dos operários são agrupados em conjunto, de acordo com suas características funcionais. Tem como vantagens principais a alta taxa de utilização dos equipamentos e a flexibilidade, e como desvantagens a complexidade do fluxo e a necessidade de controles acurados. Segundo Martins e Laugeni (2002, p.110) este *layout* possui as seguintes características:

- Flexível para atender a mudanças de mercado;

- Atende a produtos diversificados em quantidades variáveis ao longo do tempo;
- Apresenta um fluxo longo dentro da fábrica;
- Adequado a produções diversificadas em pequenas e médias quantidades;
- Possibilita uma relativa satisfação no trabalho.

Figura 2 – Arranjo físico funcional ou por processo



Fonte: Stahlberg Filho (1997, p. 271).

2.4.3 Arranjo Físico Celular

O arranjo físico celular é aquele em que os recursos transformados quando entram na operação, são pré-selecionados (ou pré-selecionam-se a si próprios) para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula), onde todos os recursos transformadores necessários de processamento se encontram (SLACK; CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

Neste arranjo físico, (Figura 3) de acordo com Stahlberg Filho (1997), agrupa máquinas funcionalmente diferentes de modo que um conjunto de componentes possa ser fabricado em uma mesma célula, objetivando dar uma característica de produção contínua à célula. Assim, “o material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários.” (MARTINS e LAUGENI, 2002, p.112).

As características do *layout*, segundo Martins e Laugeni (2002) e, Francischini e Fegyveres (2010), são:

- Relativa flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto;
- Específicos para uma família de produtos;
- Diminui o transporte do material;
- Centraliza a responsabilidade sobre o produto fabricado;
- Agrupamento – geralmente em forma de “U” – das máquinas e equipamentos necessários para a produção da família;

- Enseja satisfação no trabalho, pois, utilizada operários polivalentes, ou seja, capazes de exercer diversas funções;
- Permite elevado nível de qualidade e de produtividade, ajustando-se a filosofia *just-in-time*.

Figura 3 – Arranjo físico celular



Fonte: Stahlberg Filho (1997, p. 271).

2.4.4 Arranjo Físico por Produto ou em Linha

O arranjo físico por produto é usado quando se requer uma sequência linear de operações para fabricar o produto ou prestar os serviços, sendo uma forma de disposição muito mais comum na manufatura que na prestação de serviços. Cada centro de trabalho se torna responsável por uma parte especializada do produto ou serviço, sendo o fluxo de pessoas ou materiais balanceado por meio dos vários centros, de forma a se obter uma determinada taxa de produção ou de atendimento (SLACK; CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

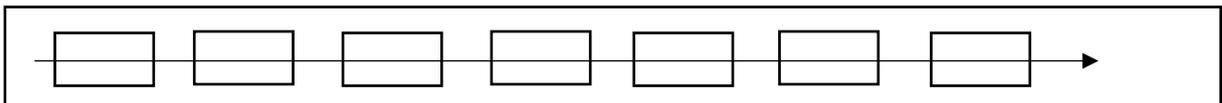
Neste arranjo, (Figura 4) de acordo com Martins e Laugeni (2002, p.111) as máquinas ou as estações de trabalho são colocadas de acordo com a sequência das operações e são executadas de acordo com a sequência estabelecida sem caminhos alternativos. “O material percorre um caminho previamente determinado dentro do processo.”

Uma linha de montagem, embasado por Gerhardt e Fogliatto (2004) possui a melhor configuração para a produção contínua e repetitiva, onde a estratégia da empresa está focada na produção de um único modelo de produto. Para os autores, nesse tipo de arranjo físico, as estações de trabalho são sequenciadas de modo que os produtos são montados de acordo com a sua movimentação pelas estações, sendo cada uma delas responsável pela execução de uma parcela do trabalho. Segundo

Martins e Laugeni (2002) e, Francischini e Fegyveres (2010), as características desse *layout* são:

- Para produção com pouca ou nenhuma diversificação, em quantidade constante ao longo do tempo e em grande quantidade;
- Alto investimento em máquinas;
- Utilizado em sistemas de produção contínuos;
- Programação e controle da produção mais simplificado;
- Exige balanceamento de linha de produção;
- Costuma gerar monotonia e estresse nos operadores;
- Pode apresentar problemas com relação à qualidade dos produtos fabricados.

Figura 4 – Arranjo físico por produto ou em linha



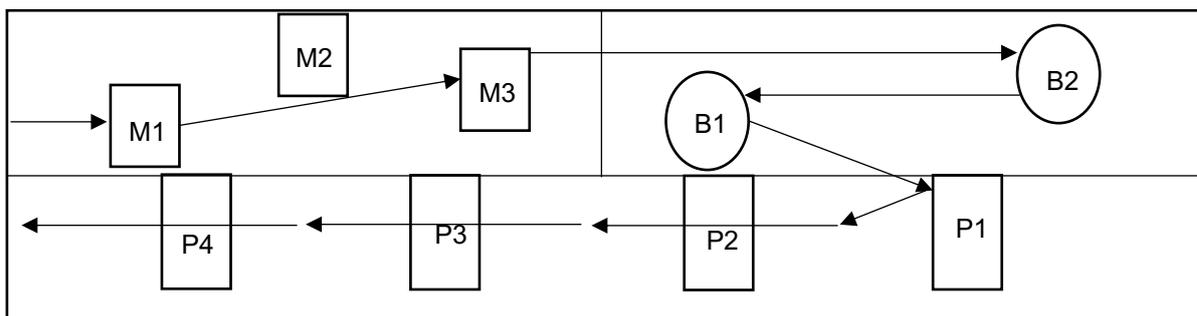
Fonte: Francischini e Fegyveres (1998, p. 156).

2.4.5 Arranjos Físicos Mistos

Muitas operações projetam arranjos físicos mistos, que combinam elementos de alguns ou todos os tipos básicos de arranjo físico, como podem utilizar tipos básicos de arranjo físico de forma pura em diferentes partes da operação (SLACK; CHAMBERS, JOHNSTON, 2002).

Estes *layouts*, segundo Martins e Laugeni (2002, p. 113), ocorrem para que sejam aproveitadas em um determinado processo as vantagens do *layout* funcional e da linha de montagem. Os autores acrescentam, que se pode ter uma linha constituída de área em sequência com máquinas de mesmo tipo (*layout* funcional), continuando posteriormente com uma linha clássica, como na Figura 5.

Figura 5 – Arranjo físico misto



Fonte: Martins e Laugeni (2002, p. 113).

A primeira linha de produção de que se tem notícia foi idealizada por Henry Ford em 1939. É um arranjo muito utilizado pela indústria e por algumas organizações prestadoras de serviço. A indústria de produtos frigoríficos de carnes bovina, suína e de frango e seus derivados são normalmente estruturadas seguindo um arranjo em linha, o processo inclui, inclusive, o sistema de abate dos animais.

2.5 Estudo de Tempos

O estudo de tempos, assim como de movimentos, é definido como:

o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com o objetivo de projetar o melhor método de trabalho, geralmente o de menor custo, padronizar este método de trabalho e determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em um ritmo normal, para executar uma operação específica. (FRANCISCHINI; FEGYVERES, 2010, p.137).

Apesar dessa metodologia ter sido introduzida por Frederick W. Taylor, para determinação do tempo necessário ao desempenho dos vários tipos de trabalho e a maneira correta de realizá-los, no final do século XIX, por meio da Administração Científica e do Estudo de Tempos Cronometrados, atualmente continua sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais (FRANCISCHINI, 1997; MARTINS; LAUGENI, 2002).

Em seus três princípios da Administração Científica, Taylor fala sobre a racionalização dos trabalhos realizados em uma unidade industrial, no qual, considera ser o desconhecimento por parte da administração do processo produtivo, a raiz dos problemas de controle. Para ele, era necessário fazer uma análise científica do trabalho através do estudo dos movimentos elementares de cada operário, identificando os úteis e eliminando os inúteis para aumentar a produtividade. Além

disso, eliminava a iniciativa dos operários na escolha do melhor método e, os administradores passavam a definir e impor o método com o respectivo tempo padrão (FRANCISCHINI, 1997, p.137).

Por sua vez, Henry Ford foi quem implantou as linhas de montagem, no qual, “aprofunda a proposta taylorista reduzindo ao mínimo os movimentos necessários e promovendo a economia das tarefas mentais por parte dos operadores.” O que o fordismo buscava era obter vantagens econômicas no aproveitamento da mão-de-obra (FRANCISCHINI, 1997, p.138).

O estudo de tempos inicia-se do geral para o detalhado, obedecendo a uma estrutura, parte do processo produtivo como um todo procurando localizar as prioridades para a elaboração do detalhamento. Após a análise do processo, este é dividido em atividades ou operações, que serão objeto de estudo para maximizar o aproveitamento da máquina ou da mão-de-obra empregada, com o objetivo de eliminar qualquer elemento desnecessário à operação e definir o melhor e mais eficiente método para executá-lo (PEINADO; GRAEML, 2007, p.88).

2.5.1 Divisão da Operação em Elementos

De acordo com Martins e Laugeni (2002, p.141-142) “os elementos de uma operação são as partes em que a operação pode ser dividida,” e, para Francischini e Fegyveres (2010, p 141), “variam de acordo com a distância, tipo de movimento, origem, destino etc.” A divisão das operações tem por finalidade a verificação do método de trabalho e deve ser compatível com a obtenção de uma medida precisa, tomando-se o cuidado de não dividir a operação em muitos ou em poucos elementos.

Fazer a divisão da operação em elementos, segundo Francischini e Fegyveres (2010, p. 139), é necessária para uma melhor descrição do método e para “ajudar na análise dos elementos produtivos e na eliminação dos improdutivos.” Entre outras finalidades do estudo de tempos, destaca-se neste estudo, o estabelecimento de padrões para os programas de produção e o fornecimento dos dados para o estudo de balanceamento de estruturas de produção.

2.5.2 Técnicas de Determinação do Tempo Padrão

De acordo com as técnicas de determinação de tempo padrão, Francischini (1997, p. 139) diz que “a cronometragem e amostragem de trabalho são as técnicas

de observação direta do trabalho mais utilizadas”, já os “tempos predeterminados pertencem à categoria de medida indireta do trabalho.”

2.5.3 Cronometragem

A cronometragem é uma das técnicas para determinar o tempo padrão, no qual, Martins e Laugeni (2002, p.140) consideram ser “o método mais empregado na indústria para medir o trabalho.” De forma similar, Francischini (1997, p.139) indica o método de leitura contínua do cronômetro, ou seja, “ não zerar o cronômetro a cada leitura de tempo e, calcular o tempo de cada elemento por diferença entre os cronometrados.”

O procedimento conforme Francischini (1997), resume-se em:

- a) Obter informações sobre a operação e o operador em estudo;
- b) Dividir a operação em elementos e registrar a descrição completa do método;
- c) Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
- d) Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
- e) Avaliar o ritmo do operador;
- f) Verificar se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
- g) Determinar as tolerâncias;
- h) Determinar o tempo padrão para as operações.

2.5.4 Amostragem do Trabalho

Outra técnica de determinação do tempo padrão, citada por Francischini e Fegyveres (2010) e, Martins e Laugeni (2002) é a amostragem do trabalho do tempo padrão, em que se faz observações intermitentes em um período consideravelmente maior do que o utilizado no estudo de tempo por cronometragem. A técnica é utilizada para determinação da relação entre tempos produtivos e improdutivos, entre tempo de atividade e tempo de espera, e, sua principal utilidade é para observação geral de muitas tarefas e operadores.

A precisão da estimativa nesse método depende do número de observações e pode-se estabelecer, de antemão, limites de precisão e níveis de confiança. Contudo, os autores consideram que o registro da amostragem deve refletir o estado no momento da observação e, deve seguir algumas regras:

- Definir o objeto de observação e os estados possíveis (trabalhando x descansando, produtivo x improdutivo etc.);
- As observações devem ser adequadamente espaçadas e feitas em momentos escolhidos aleatoriamente;
- O percurso do analista pela fábrica, para as observações, deve ser variável, assim como, estimar o tempo gasto em várias atividades exercidas pelos funcionários e, de utilização de máquinas e equipamentos;
- Estimar o tempo padrão, pela combinação dos processos de avaliação e de amostragem do trabalho.

2.5.5 Tempos Predeterminados

Os tempos predeterminados ou tempos sintéticos, tem como vantagem em relação ao método de cronometragem, a possibilidade de calcular um tempo padrão para um trabalho ainda não iniciado (FRANCISCHINI; FEGYVERES, 2010; MARTINS; LAUGENI, 2002).

Para a realização de um estudo de tempos sintéticos, Martins e Laugeni (2002) apontam os seguintes passos:

- Selecionar a operação a ser estudada;
- Desenvolver um local de trabalho piloto e treinar o operador. Filmar a operação para que nenhum micromovimento seja perdido;
- Identificar todos os micromovimentos e caracterizá-los de acordo com a dificuldade.
- Medir as distâncias;
- Selecionar os valores de tempo nas tabelas respectivas;
- Obter o tempo padrão.

O sistema de tempos sintéticos MTM (*methods-time measurement*), segundo Francischini e Fegyveres (2010) e, Martins e Laugeni (2002) é utilizado desde 1948, e fundamenta-se em compor uma tarefa a partir de elementos, associando a cada movimento um tempo sintético determinado pela natureza e pelas condições de execução do movimento. A unidade dos tempos utilizados é o centésimo milésimo de hora (0,00001 h), sendo que a unidade de medida de tempo TMU ou UTM (*time*

measurement unit ou unidade de medida de tempo) é igual a 0,0006 min, ou 0,00006 h. Segundo os autores, os movimentos elementares podem ser classificados em:

- alcançar;
- movimentar;
- girar e aplicar pressão;
- agarrar;
- posicionar;
- soltar;
- desmontar;
- tempos de movimentação dos olhos e tempo de focalização;
- movimentos de corpo, perna e pé.

2.6 Balanceamento de Linha

Em processos produtivos existem discrepâncias entre etapas mais lentas e processos subsequentes que limitam a capacidade produtiva da empresa. Nesse contexto, o balanceamento de linha (BL) possui papel fundamental no processo produtivo, pois tem como objetivo atingir a máxima eficiência de uma determinada linha de produção, atribuindo tarefas aos postos de trabalho, de forma a atingir uma dada taxa de produção, e de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos de trabalho, para se atingir uma determinada meta de produção, não deixando espaços entre os postos e nem deixando gargalos (MOREIRA, 2000, p. 412), agrupando os postos de trabalho de maneira equilibrada, permitindo um fluxo do processo (BATALHA, 2001, p. 339).

O balanceamento de linha é o método de programação em processos repetitivos em massa. A montagem de um produto consiste em uma atividade de valor estratégico para a empresa, por isso a importância de utilizar e desenvolver uma linha de montagem com a máxima eficiência. Dentre os aspectos operacionais que devem ser definidos a priori para se obter um processo eficiente, o balanceamento é o que tem se apresentado como principal problema nas empresas de manufatura nos últimos anos (GERHARDT; FOGLIATO, 2004).

Para os mesmos autores, as atividades de montagem realizadas pelo sistema produtivo não determinam somente a qualidade final do produto, mas também os

prazos de entrega, o tempo de mercado do produto etc. Desse modo, Rekiek *et al.*, (2002) consideram que a maneira como a linha de produção é projetada, é que determinará futuramente a sua eficiência e qualidade.

Uma linha de montagem manual é uma linha de produção formada por estações de trabalho sequenciadas, onde tarefas de montagem de um produto são realizadas. Os produtos são montados de acordo com a sua movimentação pela linha, sendo cada estação responsável pela execução de uma parcela do trabalho total (GERHARDT e FOGLIATTO, 2004).

Com relação à linha de montagem, Martins e Laugeni (2002, p. 117-118) afirma que “são trabalhos comandados pelo operador, que devem ser executados em sequência e que são divididos em postos de trabalho, nos quais trabalham um ou mais operadores com ou sem o auxílio de máquinas.” Assim, o balanceamento de linha vai influenciar no tempo de ciclo, a fim de utilizar ao máximo o tempo dos operadores e das máquinas.

O balanceamento de linha possui papel fundamental no processo produtivo, pois tem como objetivo atingir a máxima eficiência de uma determinada linha de produção. Para Moreira (2000, p.412) “a tarefa do balanceamento de linha é a de atribuir as tarefas aos postos de trabalho de forma a atingir uma dada taxa de produção e, de forma que o trabalho seja dividido igualmente entre os postos.” Essa divisão igual das tarefas nos vários postos de trabalho, ocorre para se atingir uma determinada meta de produção não deixando espaços entre os postos e nem deixando gargalos em outros, já que os gargalos são considerados as operações de menor capacidade de produção.

O objetivo do balanceamento de linha para Silva, Sampaio e Candido (2002) é de distribuir a carga de trabalho entre os postos de trabalho, máquinas, e operários de forma a garantir uma maior uniformidade do trabalho dos fatores envolvidos, possibilitando o máximo de produtividade na linha.

Para Boysen, Fliedner e Scholl (2007) os critérios de desempenho no balanceamento de linha objetivam diminuir o tempo ocioso, seja através da alteração nos postos de trabalho ou através da diminuição dos tempos de ciclo. Os principais critérios de desempenho são: minimização do número de estações de trabalho, considerando um tempo de ciclo fixo e uma taxa de produção fixa e, minimização do tempo ocioso, com número de postos de trabalho fixos.

O posto de trabalho é definido por Moreira (2000, p.412) como sendo “o espaço ocupado por uma ou mais pessoas; mesmo que haja uma só pessoa no posto de trabalho, mais de uma tarefa ou operação pode ser alocada ao posto.” Contudo, as operações podem exigir diferentes tempos de execução, para que haja um fluxo contínuo de materiais e produtos, “pode-se agrupá-las nos postos de trabalho de tal forma que haja entre eles um equilíbrio da carga, isto é, um balanceamento dos tempos de produção.” (BATALHA, 2001, p.339).

Com relação aos postos de trabalho, Klippel *et al.*, (2003) afirmam que se deve incrementar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) nas organizações, visando a otimização com aumento da capacidade e flexibilidade da produção, sem que seja necessária a realização de investimentos adicionais em capital. Em suma, para os autores, trata-se da “efetivação de melhorias incrementais e radicais do fluxo de matérias-primas e/ou materiais no tempo e no espaço.”

A linha de montagem é o processo mais utilizado pelo sistema de produção contínuo, pois representa o caso clássico do fluxo de operações desse sistema. Na linha de montagem, os produtos ou parte deles são divididos em um certo número de operações, no qual devem ser distribuídas igualmente nos postos de trabalho. Mesmo a sequência de operações sendo fixa, os postos podem estar mais ou menos ocupados, ou seja, podem ser mais eficientes aproveitando melhor o tempo disponível do posto, ou menos eficiente tendo pior aproveitamento do tempo disponível do posto (MOREIRA, 2000).

Para Russomano (2000, p.120) “uma linha de montagem é constituída de postos de trabalho, onde são executados um certo número de operações, numa determinada sequência e numa velocidade constante.” Manipulando com a composição operacional dos postos de trabalho, pode-se alocar mais ou menos operários na busca de um melhor balanceamento. Assim, percebe-se que o balanceamento de linha é mais bem aplicado em processos que apresentam demandas constantes e que os tempos das operações sejam devidamente conhecidos.

Além disso, Machline (1985, p. 268) afirma que “o balanceamento de uma linha de produção é a equalização da capacidade de produção dos segmentos que a compõem em suas sucessivas operações (postos de trabalho).” Isso leva a considerar que, se os postos de trabalho tiverem a mesma proporção de produtos com a soma dos tempos totais das operações, a capacidade da linha será igual em cada posto de

trabalho e a linha estará balanceada, caso contrário, estará desbalanceada. Por isso, Russomano (2000, p.120) afirma que a linha “está perfeitamente balanceada quando todos os postos de trabalho estão 100% ocupados.”

Como visto, o balanceamento de linha se caracteriza por ser a programação nos processos repetitivos em massa. Já nos sistemas produtivos repetitivos em lotes, o setor de estoques “(...) define a quantidade e o momento em que os itens são necessários, (...)” cabendo a programação “(...) definir as prioridades na alocação dos recursos.” (TUBINO, 2000, p.152) Assim, a programação dos processos repetitivos em lotes, procura dar prioridades as ordens empregando um sistema de regras para definir em que sequência as ordens são retiradas da fila de espera, e, em que recurso elas serão alocadas. (TUBINO, 2000). Ainda de acordo com o autor, o sequenciamento das ordens a serem programadas envolve duas decisões: I) escolha da ordem a ser processada dentro de uma lista de ordens; e II) escolha do recurso a ser utilizado dentre uma lista de recursos disponíveis.

Já em produção unitária ou por grandes projetos, geralmente o produto final é desenvolvido sob encomenda, atendendo uma necessidade específica do cliente, sendo um projeto de fluxo único ne requer altos *lead times*. Os prazos de entrega são fixos e há alta flexibilidade dos recursos produtivos. Geralmente é de alto custo e dificuldade gerencial no planejamento e controle, assim, TUBINO (2000, p.168) diz que o enfoque está ligado “(...) a alocação dos recursos disponíveis no sentido de garantir a data de conclusão do projeto.” Com isso, o PCP de processos por projetos busca programar “(...) as diferentes atividades do projeto, de forma que cada uma delas tenha seu início e conclusão encadeados com as demais atividades que estarão ocorrendo na sequência e/ou paralelo com a mesma.” O autor considera as técnicas mais empregadas para planejar, sequenciar e acompanhar projetos, o PERT/CPM (*Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method*)

2.6.1 Elaboração do Balanceamento de Linha

Para o desenvolvimento e implantação do balanceamento de linha, deve-se saber quantas operações, ou tarefas, fazem parte do processo, ou constituem o produto, assim como, a duração de cada operação em determinada unidade de tempo e as operações precedentes (se houver) de cada operação. Para facilitar a visualização da ordem em que as tarefas devem ser completadas, Moreira (2000,

p.413) comenta sobre a montagem do Diagrama de Precedências, no qual “as tarefas são representadas por círculos, unidos por retas que simbolizam a precedência. Ao lado de cada círculo, pode-se apor a duração da tarefa correspondente.” Para Russomano (2000) o diagrama de precedências mostra a sequência de operações permitidas, no qual, cada operação é representada por uma letra e seu tempo, e as setas indicam as operações que são interligadas.

Posteriormente a realização do diagrama de precedências, Russomano (2000, p. 120), considera importante o cálculo de dois parâmetros fundamentais ao balanceamento de linha: o tempo de ciclo e o número teórico de operários, que segundo Moreira (2000, p. 413) são “o tempo disponível para se fazer uma unidade e, o número mínimo necessário de postos de trabalho.” O tempo de ciclo é o tempo disponível em cada posto de trabalho ou a frequência com que uma peça deve sair da linha, assim como o intervalo de tempo entre duas peças consecutivas (MARTINS e LAUGENI, 2002, p.118). O número de operários ou postos necessários para realizar as operações devem ter sempre valor inteiro, caso não seja inteiro, é necessário arredondar o resultado para cima (MOREIRA, 2000).

Além disso, segundo Russomano (2000) e Moreira (2000), deve-se calcular o conteúdo de trabalho ou tempo operacional total, que é a somatória dos tempos de todas as operações, ou tarefas, dos postos da linha em questão. Seria o tempo gasto das operações se houvesse um só posto de trabalho. Outro fator importante a se analisar, segundo os mesmos autores, é a unidade de produção almejada ou taxa de produção, que indica a quantidade de produtos (ou parte deles) que se deseje produzir em um determinado tempo, que pode ser em segundos, minutos, horas, dias.

Assim, de acordo com Russomano (2000), Moreira (2000), Martins e Laugeni (2002) e Tubino (2000), as fórmulas para o cálculo do tempo de ciclo se expressam da seguinte maneira:

$$TC = \frac{\text{tempo de produção total disponível em um dado período}}{\text{produção desejada no período}},$$

Onde:

TC: tempo de ciclo.

$$N = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{\text{tempo de ciclo}},$$

Onde:

N: número mínimo de posto de trabalho/operadores.

Para Russomano (2000, p.121) não é possível conseguir um balanceamento perfeito porque existe um número limitado de configurações que satisfazem às exigências de sequenciamento para um dado diagrama das operações elementares não serem divisíveis. Com isso, a grandeza básica no balanceamento de linha, segundo Moreira (2000, p.414), é a sua eficiência, podendo ser definida como o “quociente entre o tempo de trabalho efetivo na linha e o tempo total disponível, ambos tomados na confecção de uma unidade. Como alternativa, podemos trabalhar com a fração (ou porcentagem) de tempo ocioso.”

Conforme Russomano (2000), Moreira (2000) e Martins e Laugeni (2002) e Tubino (2000), a fórmula para o cálculo da eficiência (E) é:

$$E = \frac{\text{conteúdo do trabalho}}{\text{tempo de ciclo} \times \text{número de postos}}$$

Assim, Moreira (2000, p. 414) afirma que “maximizar a eficiência equivale a minimizar o tempo ocioso”, ou seja, empregar eficientemente os recursos produtivos para um determinado tempo de ciclo. No entanto, a eficiência da linha está diretamente ligada ao sucesso do sistema produtivo.

Enfim, para Moreira (2000), o problema do balanceamento de linha pode ser resumido nos seguintes pontos:

- existe um certo número de tarefas distintas que devem ser completadas em cada unidade do produto (ou parte dele) que sai da linha;
- o tempo de execução de cada tarefa é conhecido e constante;
- o conteúdo de trabalho de uma unidade do produto (o tempo que um único posto de trabalho levaria para completá-la);
- o objetivo do balanceamento de linha é organizar as tarefas em grupos, alocando cada um deles a um posto de trabalho;
- o tempo de ciclo ou simplesmente ciclo é o tempo disponível, em cada posto de trabalho, para completar o grupo de tarefas alocado;
- o número mínimo de postos de trabalho é arredondado para cima, se resultar fracionário;
- a eficiência da linha de montagem.

2.6.1.1 Métodos heurísticos de balanceamento de linha

Existem alguns métodos que buscam a maximização da eficiência da linha, ou seja, soluções ótimas para o problema do balanceamento. Segundo Moreira (2000), existem dois métodos heurísticos muito utilizados para fazer alocação das atividades, Método de Hegelson e Birnie e Método de Kilbridge e Webster.

2.6.1.1.1 Método de Hegelson e Birnie

O método de Hegelson e Birnie, de acordo com Moreira (2000, p.415), foi desenvolvido em 1961, e pode ser entendida como a técnica do peso da posição, e “consiste em dar um peso a cada tarefa, que é igual ao seu tempo de execução somado aos tempos de execução de todas as tarefas que lhe seguem.” Para determinar os pesos de cada tarefa, auxilia-se pelo diagrama de precedências. A seguir, as tarefas são alocadas aos postos de trabalho na ordem decrescente de seus pesos. Para o autor, a sequência para o desenvolvimento do método é:

- a) Estruturar o diagrama de precedências;
- b) Determinar o tempo de ciclo e o número mínimo de postos de trabalho;
- c) Alocar as tarefas segundo a técnica do peso da posição e calcular a eficiência da linha.

2.6.1.1.2 Método de Kilbridge e Webster

Este método foi publicado em 1961 e, é muito parecido com o método de Hegelson e Birnie. Em seu desenvolvimento, Moreira (2000, p.417) diz que para cada tarefa é contado o número total de tarefas precedentes. São alocadas então as tarefas na ordem crescente do número de predecessores. Quando existirem duas ou mais tarefas como mesmo número de predecessores, aloca-se primeiro aquela com maior duração e assim sucessivamente.

2.6.2 Problemas do Balanceamento de Linha

Com relação aos problemas do balanceamento de linha, Schroeder (apud MOREIRA 2000, p.419), aponta alguns complicadores que podem surgir, exigindo soluções mais elaboradas.

- a) Variabilidade dos tempos de operação: o que pode acontecer devido a

problemas com materiais, fadiga de operadores, absenteísmo etc. Estoques de produtos semiacabados podem se fazer necessários entre os postos de trabalho e, a própria linha pode ter a velocidade diminuída para acomodar a variabilidade dos tempos de operações.

b) Produtos múltiplos: é comum que vários modelos sejam feitos na mesma linha, o balanceamento final pode não ser ótimo para qualquer um dos produtos feitos na linha.

c) Restrições de zona: são restrições que obrigam, por exemplo, a que certas operações sejam colocadas juntas, por requererem habilidades similares ou, ainda, que operações devam ser separadas das demais, devido a cuidados especiais, possibilidade de contaminação, etc.

Da mesma forma, Schroeder (apud MOREIRA 2000, p 419), aponta certos fatores sociais ligados ao balanceamento de linha, como por exemplo: “tempos de ciclo menores podem causar efeitos negativos na moral e motivação dos trabalhadores, desgastando o desempenho da linha.” Isso mostra que os tempos estabelecidos devem estar dentro dos limites, e possibilitar aos operários comodidade, segurança, e satisfação, para desempenharem com êxito e produtividade suas tarefas.

O problema de balanceamento em forma determinística pode ser definido da seguinte maneira: dado um determinado número de tarefas, cada uma com seu respectivo tempo fixo de realização e um diagrama com as relações de precedência entre elas, o problema consiste em alocar as tarefas a uma determinada sequência de estações de trabalho, de forma que as relações de precedência sejam satisfeitas e a capacidade da linha otimizada (EREL; SARIN, 1998).

Nesse contexto, Gerhardt e Fogliatto (2004) citam que o problema principal do balanceamento consiste em agrupar e alocar tarefas às estações de trabalho de modo que se preserve a precedência, ou seja, nenhuma tarefa pode ser iniciada até que suas tarefas precedentes estejam realizadas. Além disso, o tempo de processamento em cada estação não deve ultrapassar o tempo de ciclo.

2.7 Detalhamento da Inovação

Para atender ao aumento da demanda da carne de frango, as empresas tiveram que aperfeiçoar os seus processos, rever estratégias, aumentar o

investimento em pesquisa e desenvolvimento, e utilizar-se de novas tecnologias e inovação. Em toda a cadeia produtiva do frango de corte há possibilidade do uso de tecnologia e inovação, entretanto, as inovações na cadeia produtiva brasileira são consideradas incrementais, ou seja, são pequenas melhorias introduzidas, pois o principal desafio do setor são os custos de produção (SANTINI, 2006).

Nesta perspectiva, a pesquisa adota a abordagem schumpeteriana de Pavitt (1984), que trata inovação como um produto ou processo de produção novo ou melhorado, comercializado ou utilizado (VARELLA; MEDEIROS; SILVA JUNIOR, 2012).

Segundo a definição do Índice de Inovação Global (GII), uma inovação pode ser nova para um setor, mercado ou agente. Pode ser disruptiva, quando o foco é no impacto e não na novidade. Ainda é, quando uma primeira empresa e suas parceiras fazem pequenas melhorias e adaptações em um produto ou processo de produção, que resultem em aumento de produtividade (DUTTA; BENAVENTE, 2011, p.4).

Neste trabalho, o objetivo é considerado uma inovação tecnológica de processo (ITP), definida pelo Manual de Oslo, assim:

ITP é a adoção de métodos de produção novos ou significativamente melhorados, incluindo métodos de entrega dos produtos. Tais métodos podem envolver mudanças no equipamento ou na organização da produção, ou uma combinação dessas mudanças, e podem derivar do uso de novo conhecimento. Os métodos podem ter por objetivo produzir ou entregar produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, que não possam ser produzidos ou entregues com os métodos convencionais de produção, ou pretender aumentar a produção ou eficiência na entrega de produtos existentes (OECD, 1997, p.56).

Desta forma, o método do balanceamento de linha no setor de cortes de aves, cumpre a exigência mínima de inovação tecnológica em produtos e processos, ou seja, “que o produto ou processo deve ser novo (ou substancialmente melhorado) para a empresa (não precisa ser novo no mundo)” (OECD, 1997, p.54).

3 METODOLOGIA

No presente capítulo são apresentadas as bases conceituais utilizadas, assim como os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa. São indicadas as etapas da pesquisa, os procedimentos para coleta e análise de dados, a disponibilidade de infraestrutura e apoio técnico da empresa e, o ambiente de estudo, em que é feita a apresentação da empresa e de seu histórico, além da descrição das etapas do processo produtivo e do processo da sala de cortes.

3.1 Delimitação da Pesquisa

Este trabalho, do ponto de vista de sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, objetivando gerar conhecimentos para aplicações práticas dirigidas à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.51).

Com relação ao método de abordagem foi qualitativo e quantitativo. A pesquisa qualitativa é uma atividade que envolve o estudo do uso e a coleta de uma variedade de materiais empíricos, como estudo de caso, experiência pessoal, introspecção, história de vida, entrevista, artefatos, textos e produções culturais, textos observacionais, históricos, interativos e visuais (DENZIN; LINCOLN, 2006, p. 17). A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. A abordagem quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificação e análise, por meio do uso de recursos e de técnicas estatísticas como porcentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc. (SILVA; MENEZES, 2005, p.20).

O estudo classifica-se quanto aos objetivos como exploratória e descritiva (GIL, 2002). A pesquisa exploratória, busca desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, com vistas à formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores (GIL, 2002). Já a pesquisa descritiva expõe características fundamentais de determinada população ou fenômeno, analisando a distribuição de determinadas características ou atributos, podendo estabelecer correlação entre variáveis e definir sua natureza, envolve o uso de técnicas

padronizadas de coleta de dados como questionário e observação sistemática (GIL, 2002, VERGARA, 2005, RICHARDSON, 2012).

Quanto aos procedimentos técnicos, se caracteriza como um estudo de caso, pois, segundo Vergara (2005) e Gil (2002), tem caráter de profundidade e detalhamento, sendo que a pesquisa foi profunda e exaustiva, a fim de obter conhecimento amplo e detalhado sobre o assunto e suas variáveis.

3.2 Universo e Amostra

Adotando o critério proposto por Vergara (2005), o universo da pesquisa de campo foram os 40 funcionários e os 10 postos de trabalho da linha de cortes de um abatedouro de aves, localizado no Paraná, município de Campo Mourão.

Para coleta da amostra foi realizada a amostragem por conglomerados. Marconi e Lakatos (2007) comentam que a exigência básica é que o indivíduo, objeto da pesquisa, pertença a um e apenas um conglomerado. Os conglomerados definidos foram os 10 postos de trabalho que compõem o ciclo de cortes do frango shawarma:

- Atividade 1: Colocar carcaça no cone;
- Atividade 2: Riscar pele das costas, deslocar asa e baixar peito esquerdo;
- Atividade 3: Deslocar e baixar a perna esquerda;
- Atividade 4: Deslocar asa e baixar peito direito;
- Atividade 5: Inspeccionar osso jogador;
- Atividade 6: Retirar asa esquerda;
- Atividade 7: Retirar asa direita;
- Atividade 8: Deslocar e baixar a perna direita;
- Atividade 9: Retirar do cone e refilar a manta;
- Atividade 10: Riscar e retirar sassami;

Quanto à seleção dos sujeitos da amostra, conforme Vergara (2005) foram as pessoas que forneceram os dados necessários à pesquisa. Os sujeitos da pesquisa foram 40 trabalhadores, que permaneciam continuamente nos 10 postos de trabalho. Outros trabalhadores que se encontravam nos locais de pesquisa e não desenvolviam atividades continuamente não foram avaliados, sendo estes de atividades com rodízio de funções e atividades de apoio.

3.3 Coleta de Dados

A coleta dos dados, segundo Vergara (2005), refere-se à obtenção dos dados necessários para responder ao problema.

3.3.1 Instrumento de Coleta de Dados

Os dados secundários tiveram como base a pesquisa bibliográfica por meio de livros, artigos científicos e outras pesquisas que abordavam o balanceamento de linha.

Para a obtenção de dados primários específicos, foi realizada uma pesquisa de campo com entrevistas não estruturadas junto aos encarregados, responsáveis e auxiliares da linha de produção que contribuem para a realização das operações.

Para a coleta dos tempos de produção, foram utilizadas planilhas para coleta de tempos, cronômetro e filmadora.

3.3.2 Procedimento de Coleta de Dados

Para a coleta de dados foi realizada uma visita para observação simples e participante, e como espectador, foram registrados os fatos da rotina de trabalho dos envolvidos no setor de corte de aves da empresa frigorífica, para que fosse feito um mapeamento do funcionamento e das etapas do processo produtivo na linha de cortes de aves.

Na entrevista foram abordados os seguintes questionamentos: quantidade de funcionários por turno de produção, quantidade de máquinas utilizadas no processo e fluxograma da produção.

A coleta dos tempos de produção de cada atividade foi realizada em março de 2022, e foi realizada em horários diferentes, com funcionários do primeiro turno. Foram realizadas dez medições de tempo em cada dia, e cada medição teve a duração de aproximadamente duas horas.

3.4 Análise de Dados

Os dados qualitativos foram analisados utilizando a técnica de análise de conteúdo, tanto dos dados coletados na empresa por meio de observação e entrevistas, como do material bibliográfico pesquisado. As informações foram

organizadas, codificadas e categorizadas para atenderem aos objetivos do estudo e auxiliarem na análise do problema da pesquisa (BARDIN, 2016).

Os dados quantitativos coletados por meio do cronômetro foram tabulados em planilhas do software MS Excel, e após, foram calculados o tempo padrão para a realização de cada atividade, o conteúdo de trabalho total de todas as atividades, o tempo de ciclo e a eficiência.

Os resultados obtidos foram analisados e expressos por meio de estatística descritiva.

3.5 Disponibilidade de Infraestrutura e Apoio Técnico

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a infraestrutura de uma indústria frigorífica localizada no município de Campo Mourão/PR. É importante ressaltar que o trabalho abordou o processo produtivo na linha de cortes de aves da empresa, ficando restrito a este setor da empresa.

O apoio técnico para a execução do trabalho, referiu-se as informações sobre o processo de produção, que foram fornecidas por funcionários da empresa. Além dos supervisores de linha, outros funcionários foram consultados para esclarecimento de especificidades de cada operação do setor de corte de aves.

3.6 Ambiente de Estudo

3.6.1 Apresentação da Empresa

A empresa foi inaugurada em 1953 no estado de Santa Catarina, sendo considerado o primeiro frigorífico de grande porte e, em pouco tempo, já eram conhecidos pela qualidade em carne de aves e suínos “*in natura*” e processados.

Em 1968 fundou a primeira granja de pesquisa e estudos; em 1975 realizou a primeira transação internacional, exportando 240 toneladas de frango para o Kuwait; em 1976 inaugurou a primeira central de incubação da empresa, em Santa Catarina e, em 1982 foi a primeira empresa brasileira de carnes a exportar carne de frango para a Europa.

Na década de 1990, a empresa foi incorporada e fez aquisições de diversas plantas no Brasil, em 1996 foi a primeira empresa brasileira do ramo a obter

certificação de qualidade ISO 9002 para toda a cadeia produtiva de frango; em 1999, focada nas exportações, abriu escritórios comerciais em outros países.

Em 2000 a empresa se tornou a maior exportadora de carne suína do país; em 2001 implantou a fábrica de termo processados de frango em Santa Catarina; em 2003 a empresa passa a estar presente em 27 novos países; em 2013 a empresa passa a ser controlada por um grande grupo, líder mundial em processamento de carne bovina, ovina e de aves, além de forte participação na produção de carne suína.

Atualmente a empresa multinacional possui mais de 70 marcas, que chegam em 190 países em todo o mundo, sendo líder global em produção de alimentos à base de proteína. É reconhecida e certificada por entidades internacionais em questões como meio ambiente, qualidade e segurança do alimento, responsabilidade social, clientes e mercados, além de participar de grupos de trabalho ligados à agenda *Environmental, Social and Governance* (ESG) (ambiental, social e de governança).

O frigorífico em questão está localizado na cidade de Campo Mourão/PR, é uma das unidades produtoras pertencente a essa multinacional de origem brasileira, reconhecida como uma das líderes globais da indústria de alimentos. Com sede na cidade de São Paulo, a Companhia está presente em mais de 20 países, com mais de 450 unidades produtivas e escritórios comerciais.

A corporação emprega mais de 250 mil colaboradores, que seguem as mesmas diretrizes em relação aos aspectos de sustentabilidade econômica, social e ambiental, inovação, qualidade e segurança dos alimentos, com a adoção das melhores práticas, pautadas pela mesma missão e valores.

A empresa tem como missão: "Seremos os melhores naquilo que nos propusermos a fazer, com foco absoluto em nossas atividades, garantindo os melhores produtos e serviços aos clientes, solidez aos fornecedores, rentabilidade aos acionistas e a oportunidade de um futuro melhor a todos os nossos colaboradores."

Os valores da empresa são: atitude de dono, franqueza, determinação, simplicidade, disponibilidade, disciplina e humildade.

A companhia conta com um portfólio de produtos diversificados, com opções que vão desde carnes *in natura* e congelados até pratos prontos para o consumo, comercializados por meio de marcas reconhecidas no Brasil e no exterior. A corporação também atua com negócios correlacionados, como couro, biodiesel, colágeno, envoltórios naturais, higiene pessoal e limpeza, embalagens metálicas,

transportes e soluções em gestão de resíduos, reciclagem, operações inovadoras e que promovem a sustentabilidade de toda a cadeia de valor do negócio.

As unidades de aves da companhia estão voltadas à produção e comercialização da carne, sendo a qualidade e a inovação, seus pilares estratégicos para alimentar o Brasil e o mundo, com praticidade e saudabilidade, atendendo a necessidades nutricionais e a diferentes perfis de consumidores. Investimentos em pesquisa e tecnologia, aliados ao monitoramento das mudanças dos perfis de consumo, fazem da companhia uma empresa pioneira no desenvolvimento de alimentos inovadores.

As aves utilizadas pelas unidades são de granjas próprias e de produtores integrados. Eles recebem todos os insumos, assistência e treinamento necessários para adotar as melhores práticas de sustentabilidade, qualidade e segurança, de acordo com os princípios exigidos pela companhia.

3.6.2 Cadeia de Valor da Companhia na área de Aves

1 – Granjas e Incubatórios: As aves crescem em granjas próprias e de produtores integrados, após passarem por etapas de seleção genética, incubação e reprodução.

2 – Nutrição e Alimentação: A ração é produzida em fábricas próprias de forma a atender a todas as necessidades de crescimento e saúde dos animais, em cada fase de suas vidas.

3 – Transporte: A companhia utiliza transporte especializado para conduzir os animais do campo até a fábrica, seguindo as premissas de bem-estar animal.

4 – Processamento e Industrialização: A produção segue os mais rígidos padrões de bem-estar animal e qualidade.

5 – Armazenamento e Distribuição: A companhia possui um sistema especializado para armazenamento e distribuição adequado de seus produtos, garantindo a manutenção da qualidade.

6 – Mercados Internos e Externos: Com estrutura global, a companhia produz alimentos que atendem aos mercados locais e chegam a mais de 190 países.

7 – Pontos de Venda: Dos pequenos mercados às grandes redes varejistas, os produtos da companhia estão presentes em praticamente todos os mercados consumidores do mundo.

Com a iniciativa de se concretizar o aprimoramento de processos em toda a cadeia produtiva, a companhia mantém o Selo da Cadeia de Fornecimento, certificada pela SBC (Serviço Brasileiro de Certificações), como forma de atestar o cumprimento de critérios que garantem a segurança dos alimentos e que atendem as mais elevadas exigências de clientes e consumidores. A certificação reúne rigorosos protocolos em temas como bem-estar animal, rastreabilidade, sustentabilidade, operação, produção, qualidade, industrialização e comercialização.

Por meio de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e tecnologias de ponta, a cultura inovadora da Companhia está presente no desenvolvimento de novos produtos, no monitoramento de matérias-primas e nas operações fabris.

A companhia mantém laboratórios especializados em análises microbiológicas e de biotecnologia em suas unidades em todo o mundo, que fornecem indicadores de segurança dos alimentos para suas diferentes marcas, assegurando a qualidade dos produtos. Ao modernizar a infraestrutura e os equipamentos utilizados, a empresa consegue que os resultados sejam cada vez mais precisos, e os tempos de análise, menores.

Outro foco da empresa é a capacitação constante das equipes para garantir que os colaboradores sigam as melhores práticas de segurança dos alimentos e qualidade em todos os processos da empresa e, com melhor rendimento e produtividade.

Os produtos da companhia ao redor do mundo precisam atender às diferentes exigências de rotulagem, de acordo com as legislações locais e as boas práticas de mercado. Nos rótulos, informações como a composição dos alimentos, tabela nutricional, peso líquido, data de validade e outros detalhes de fabricação ajudam o consumidor a avaliar a qualidade do produto apresentado.

Na operação brasileira, os produtos devem portar o selo do Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Ministério da Agricultura, além de atender às exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como a discriminação de eventuais substâncias alergênicas contidas nos alimentos.

Nos Estados Unidos, o selo é conferido pelo *United States Department of Agriculture, Food Safety and Inspection Service* (USDA, FSIS). As informações presentes nos rótulos variam conforme o produto e o local, mas incluem desde o modo

de preparo até detalhes da composição, das substâncias que suplementam a dieta, como vitaminas, minerais e fibras e a declaração da presença de alergênicos.

Em geral, a companhia tem como política a melhoria contínua da qualidade dos seus processos e produtos, o perfeito atendimento às necessidades de seus clientes e acionistas, o investimento na capacitação de seus colaboradores, a garantia da segurança dos consumidores, respeitando aos requisitos legais, comunidade e meio ambiente, com foco no desenvolvimento sustentável.

3.6.3 Unidade Industrial de Aves de Campo Mourão

A unidade produtora (UP) de aves de Campo Mourão/PR começou suas atividades em 2017, quando foi adquirida a planta de outro frigorífico que atuava no local anteriormente. Além de atendimento à legislação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a empresa possui certificações para grandes mercados externos, como as normas da *British Retail Consortium* (BRC), *Kentucky Fried Chicken* (KFC) e da certificadora CDIAL Halal, a fim de garantir a segurança e qualidade alimentar.

Cerca de 80% da produção atual da unidade é destinada a Arábia Saudita, já que este é o segundo maior comprador de carne de frango do Brasil e, os outros 20% são para o mercado interno (MI) e mercado externo (ME), como: Japão, Singapura, Oriente Médio, África do Sul, Hong Kong, República Dominicana, Iraque, Jordânia.

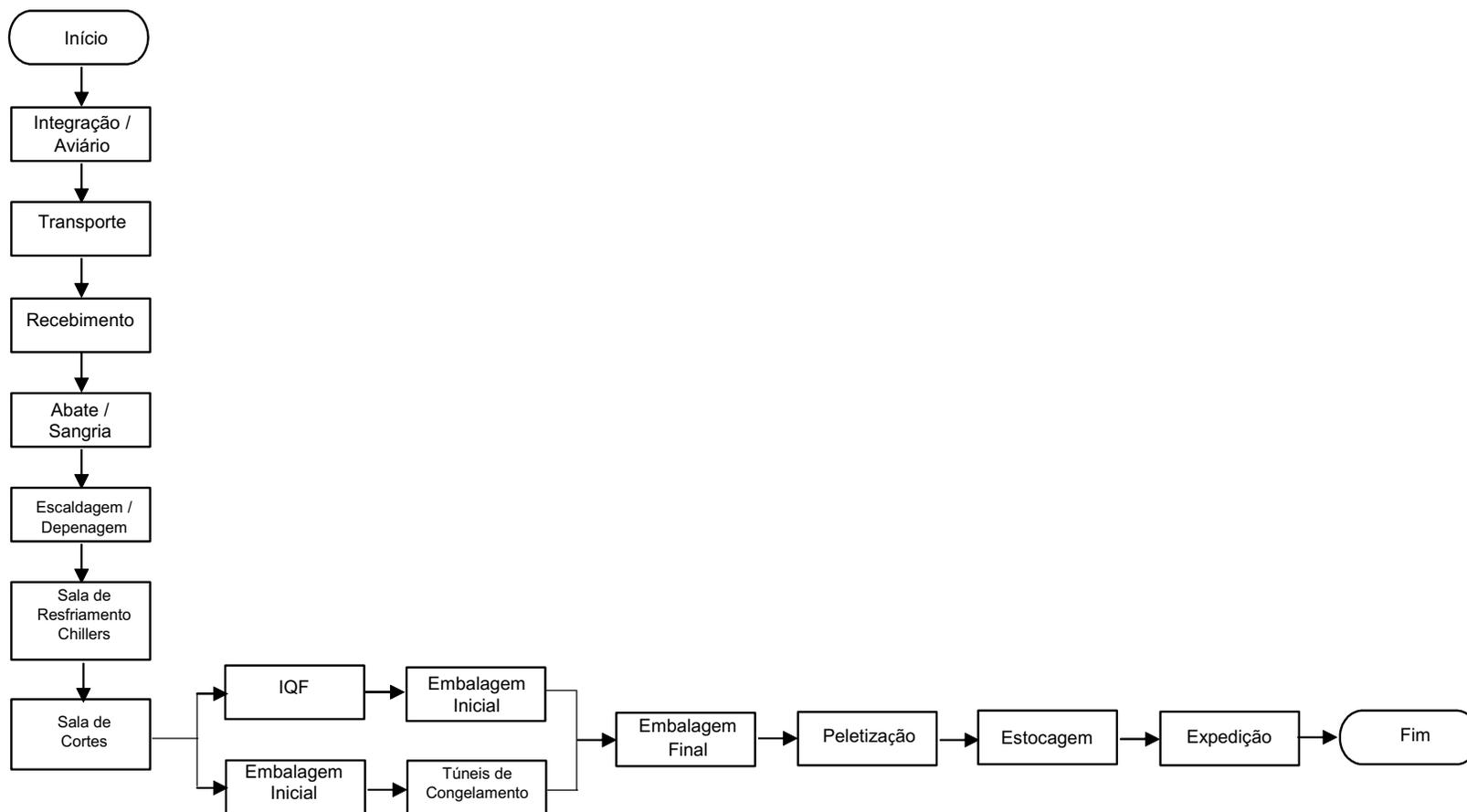
Atualmente a UP conta com aproximadamente 1.117 colaboradores que atuam diretamente na área produtiva, sendo o processo realizado em 2 turnos de produção abatendo cerca de 150.000 frangos/dia, com capacidade para 183.000 frangos/dia após a implantação do 3º turno, previsto para os próximos anos.

Em virtude do grande volume exportado para o mercado muçulmano é realizado o abate Halal, por sangradores da certificadora CDIAL Halal, em que o frango é cortado manualmente sem atordoamento, realizando o procedimento de pronunciar o nome de Deus antes do corte com um movimento contínuo da faca, com a face do animal voltada para Meca.

3.6.4 Descrição do Processo

O Frigorífico de aves é dividido em setores como apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma da unidade industrial de aves



Fonte: Autoria própria (2022).

As etapas do processo do Frigorífico de aves são:

3.6.4.1 Incubatório e Aviário

A fase de incubatório da empresa é toda terceirizada, e, quando nascem, os pintinhos são levados às granjas com 1 dia de vida e permanecem nos aviários de 38 a 42 dias, até atingirem o peso ideal para o abate, sendo de aproximadamente 2,9 kg.

Os dados relativos ao peso, produtor e quantidade das aves vêm da Agropecuária que fornece as informações ao setor de abate e ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) da Empresa.

3.6.4.2 Recepção do Caminhão

As aves são transportadas dentro de gaiolas em caminhões até a recepção. Quando o caminhão chega à unidade estaciona na portaria. Verifica-se a integridade do lacre das gaiolas por amostragem e confere-se o número correspondente ao anotado no Controle e Recepção de Aves (CRA). Na balança eletrônica anota-se o peso do caminhão, a quantidade de frangos, a placa do caminhão e o horário de chegada. O motorista é informado do número da próxima viagem e, entrega a 3ª via da Guia de Trânsito Animal (GTA) na portaria, que a encaminhará ao Fomento. O motorista da última carga de cada lote entrega uma Ficha de Acompanhamento de Lote (FAL) ao funcionário da Expedição. Esta FAL é encaminhada ao Fomento, após o término do abate do lote. Caso algum caminhão esteja sem o lacre ou com o mesmo aberto, confere-se o número de frangos no momento da descarga e informa-se ao setor de transportes.

3.6.4.3 Galpão de Espera

O caminhão aguarda no galpão de espera o momento do abate, por no mínimo 30 minutos. Com o auxílio de um termômetro, efetua-se a medição da temperatura ambiente que deve estar no máximo a 18 °C. Caso a temperatura esteja acima do limite, no momento da chegada ao galpão, os frangos são molhados e, são ligados os ventiladores e aspersores.

3.6.4.4 Recepção dos Frangos na Plataforma

O motorista da primeira carga entrega a FAL ao Oficial do Bem-estar Animal. Todos os motoristas entregam a 1ª via da GTA de cada carga a este funcionário que, após a verificação, encaminha à Inspeção Federal. Com o auxílio do guincho e elevador retiram-se as gaiolas do caminhão, colocando-as na esteira, com muito cuidado para não bater as gaiolas umas nas outras, a fim de evitar agitação, lesões, ou fraturas nos frangos.

Nessa etapa há o primeiro Ponto Crítico de Controle (PCC) Químico, onde inspeciona-se drogas veterinárias.

3.6.4.5 Lavagem e Sanitização dos Caminhões

Após a descarga das gaiolas, os caminhões são estacionados na rampa de lavagem e são aplicados jatos de água com sabão para a esfrega manual. Em seguida são enxaguados e passam pelo arco de desinfecção para a sanitização com quartenário de amônia em concentração de 0,25 a 0,50%.

3.6.4.6 Lavagem e Desinfecção das Gaiolas

Após a retirada dos frangos, as gaiolas seguem pela esteira até o tanque de imersão com soda cáustica e, a seguir para a máquina de lavar gaiolas. Posteriormente são sanitizadas com quartenário de amônia em concentração de 0,25 a 0,50%. As gaiolas limpas são carregadas no caminhão, observando-se as condições de higiene e possível presença de resíduos.

3.6.4.7 Pendurar Frango na Nórea

Os frangos são retirados das gaiolas e pendurados na nórea manualmente, pelos pés e, são colocados suavemente no gancho, não pelas asas, para que não se agitem a fim de evitar lesões. No local da pendura, evita-se claridade e utiliza-se luz negra para ter efeito calmante.

Ajusta-se no quadro de comandos a velocidade da nórea, com aproximadamente 10.800 frangos/hora. Os frangos que estão mortos nas gaiolas são destinados para a Fábrica de Farinha e Óleo (FFO), e, as aves que fogem da gaiola no momento da pendura, são cuidadosamente recolhidas por um funcionário do setor, colocadas em gaiolas ou penduradas na nórea.

3.6.4.8 Cuba de Insensibilização e Sangria

Após a pendura dos frangos na nórea, seguem para o abate *Halal*, realizado manualmente por sangradores, os quais pertencem ao grupo CDIAL *Halal*, que é uma certificadora que atesta o abate para o mercado muçulmano. Nesse processo de corte manual do pescoço com a faca, deve-se sangrar os vasos da carótida esquerda e direita e não retirar a cabeça do frango.

Após a sangria, os frangos fazem um percurso no túnel, para o escoamento do sangue, permanecendo no mínimo 3 minutos à velocidade constante de aproximadamente 10.800 frangos/hora.

Antes de entrar na escaldagem, os frangos passam por um eletroestimulador, à seco, com voltagem visualizada e controlada em painel, a fim de estimular o maior escoamento do sangue. Após essa etapa, ocorre a revisão de possíveis frangos vivos, não sangrados ou mal sangrados, devido a desuniformidade dos tamanhos dos lotes. Caso identificado, o frango é retirado da nórea e realiza-se o deslocamento cervical.

3.6.4.9 Escaldagem

Na escaldagem, a ave fica completamente imersa em um tanque de água com temperatura entre 53° e 60° C, que são observadas no visor do termômetro, para posterior retirada das penas. São gastos no mínimo 15.000 litros/turno e, a leitura de água é feita no hidrômetro.

3.6.4.10. Depenagem

Após a ave passar pelo tanque de escaldagem segue para as depenadeiras, que são dedos de borracha que giram por toda a ave, com a temperatura da água variando entre 54°C e 70°C, sendo verificada no visor do termômetro.

3.6.4.11 Inspeccionar Frangos

Na saída das depenadeiras, as aves passam por uma pré-inspeção, para o repasse manual de penas e ajuste da pendura, caso não estejam pendurados adequadamente na nórea.

Nesta etapa também ocorre a pré-inspeção por colaboradores treinados conforme os critérios do Sistema de Inspeção Federal (SIF), no qual verifica-se a qualidade aparente da ave e, em casos de condenação, são retirados da nórea e

informados no painel de marcação. As não conformidades podem ser relacionadas às falhas de sangria, lesões traumáticas, aspecto repugnante, alterações musculares, artrite, síndrome, patologia ou contaminação.

3.6.4.12 Corte dos Pés

Os pés são cortados pelo disco de corte acoplado à nórea. Após o corte, os pés caem no tanque de resfriamento com água em temperatura em torno de 59°C e, ao saírem do chiller, passam pelo equipamento depilador. Em seguida, passam pela mesa de repasse para a classificação conforme o padrão de mercado específico. Após, são encaminhados por chute (bomba pneumática) para o resfriamento e embalagem. Os pés desclassificados são enviados para a FFO.

3.6.4.13 Transpasse dos Frangos

Ao terem os pés cortados, os frangos mudam automaticamente para a nórea de evisceração. Após esse transpasse, ocorre a revisão manual dos frangos para a colocação adequada daqueles que não estejam pendurados e, seguem para o setor de evisceração.

3.6.4.14 Retirada da Cabeça

Na sala de evisceração, os frangos passam por um lavador de carcaça inicial e seguem para o arranque da cabeça, por um guia de suporte. As cabeças retiradas são destinadas a FFO.

3.6.4.15 Sucção de Fezes e Retirada da Cloaca

O frango passa pelo equipamento de sucção das fezes e em seguida de retirada da cloaca. Na sequência, passa por um raspador e por uma lavagem de cloaca para retirar possíveis sujidades aderidas na ave.

3.6.4.16 Corte do Abdômen

Um equipamento faz o corte do abdômen do frango por meio de uma lâmina afiada, tipo faca, com regulagem manual, controlado cuidadosamente conforme o tamanho dos lotes, a fim de não cortar as vísceras das aves.

3.6.4.17 Evisceradora

Ao passar no equipamento evisceradora, uma pinça puxa o pró-ventrículo, e, retira o chamado “pacote”, contendo as vísceras, miúdos e pulmão. De forma automática, esse pacote é colocado em bandejas e, com seu frango específico, seguem em paralelo para a inspeção.

Nessa etapa, os colaboradores da Inspeção Federal (IF) inspecionam todas as aves e seus miúdos com as vísceras, em que os frangos com possíveis enfermidades ou não conformidades, são desviados para a linha do Departamento de Inspeção Federal (DIF), que é um sistema separado do processo normal. Os frangos do DIF são inspecionados e quando há condena parcial, as partes aproveitáveis seguem para um sistema de resfriamento separado e são enviados para a sala de cortes. Quando há condena total os frangos são enviados para a FFO.

3.6.4.18 Separação dos Miúdos

Seguindo nas bandejas, os miúdos são separados manualmente e colocados em um pente que segue por esteira. Cada miúdo segue por uma calha específica. O fígado é deslocado e segue para o chiller de fígado. O coração segue para uma mesa de classificação, depois passa por limpeza em equipamento específico, que retira o pericárdio e o excesso de gordura. As moelas com as vísceras seguem por calha onde ocorre a separação, as vísceras são destinadas à FFO e as moelas passam por equipamento que realiza a limpeza e retirada da gordura e da cutícula (parte amarela). Após esses processos, os miúdos são enviados por bomba pneumática para a sala de miúdos, cada um em chiller específico, com água na temperatura máxima de 4°C, sendo um Ponto de Controle Biológico (PC) para o crescimento microbiano. Os miúdos são embalados e pesados conforme o mercado e enviados para o congelamento.

3.6.4.19 Retirada do Papo e Traqueia

Através do equipamento chamado *fusion* com “espigas”, tipo dentes, ocorre a retirada automática do papo e traqueia, os quais são destinados para a FFO. Após passar por esse equipamento, ocorre a inspeção manual dos frangos que verifica a possível presença do papo e traqueia, ou do pulmão que pode não ter sido retirado totalmente junto ao pacote, na máquina evisceradora.

3.6.4.20 Retirada da Pele do Pescoço

A pele é cortada automaticamente ao passar por um rolo abaixo do pescoço, o qual puxa e retira a pele, que é destinada para a FFO. Na sequência, os frangos passam por uma lavagem com água em temperatura ambiente e sob pressão, realizando uma maior limpeza de possíveis contaminações fecais no interior e na superfície do frango.

3.6.4.21 Inspeção dos Frangos

Nessa etapa ocorre a inspeção visual dos frangos, sendo um Ponto Crítico de Controle (PCC) Biológico, para a contaminação microbiana por fezes e biliar. Os possíveis frangos contaminados são retirados para a separação das partes aproveitáveis na linha do DIF e, as partes contaminadas são destinadas à FFO.

3.6.4.22 Lavagem Final dos Frangos

Os frangos são lavados automaticamente, com água em temperatura ambiente, antes de serem enviados para o resfriamento, consumindo no mínimo 1,5 litros/frango.

Todo o processamento do frango, desde a sua chegada na plataforma, colocação na nória, até a saída para o pré-chiller leva aproximadamente 16 minutos.

3.6.4.23 Resfriamento dos Frangos

Pré-resfriamento: O resfriamento dos frangos, antes de entrar na sala de cortes ocorre em grandes tanques com água fria, chamados de chiller, que circula a água e movimenta os frangos. A temperatura da água no pré-chiller é no máximo de 16°C, o consumo de água é no mínimo de 1,5 litros/frango e, o tempo de permanência no pré-chiller é de 30 minutos no máximo.

Resfriamento: A temperatura da água do chiller é no máximo de 4°C, tendo o frango que sair no máximo com essa temperatura. O consumo de água é no mínimo de 1 litro/frango, e, a absorção de água pelo frango, de acordo com a legislação, de no máximo 8%. A temperatura na saída do chiller é verificada, pois, há um Ponto de Controle (PC) de crescimento microbiano. O tempo de permanência no chiller é de aproximadamente 60 minutos, totalizando cerca de 1 hora e 30 minutos.

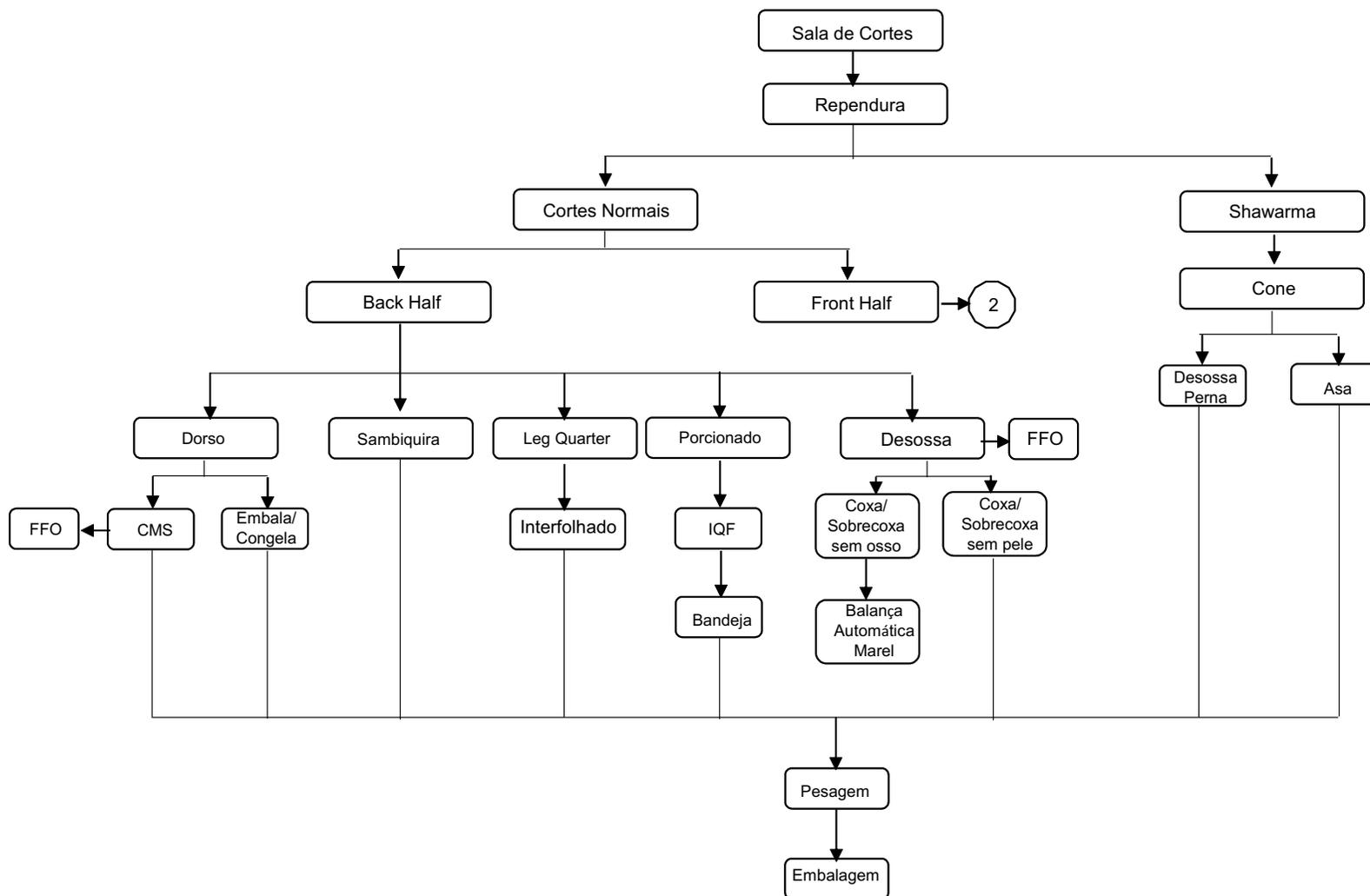
3.6.5 Descrição do Processo da Sala de Cortes

Na Sala de Cortes é necessário que a temperatura ambiente esteja no máximo a 12°C, sendo que os frangos ao saírem dos tanques de resfriamento devem entrar no setor no máximo a 4°C, para não ultrapassarem 7°C no decorrer do processo.

Os utensílios utilizados no processo, como facas, tábuas de nylon, chairas e afiadores de facas, devem ser higienizados e esterilizados com temperatura acima de 85°C e serem substituídos a cada 2 horas devido a contaminação cruzada. As balanças utilizadas são aferidas em cada turno com auxílio do peso padrão, a fim de não deixar o peso dos produtos fora dos padrões.

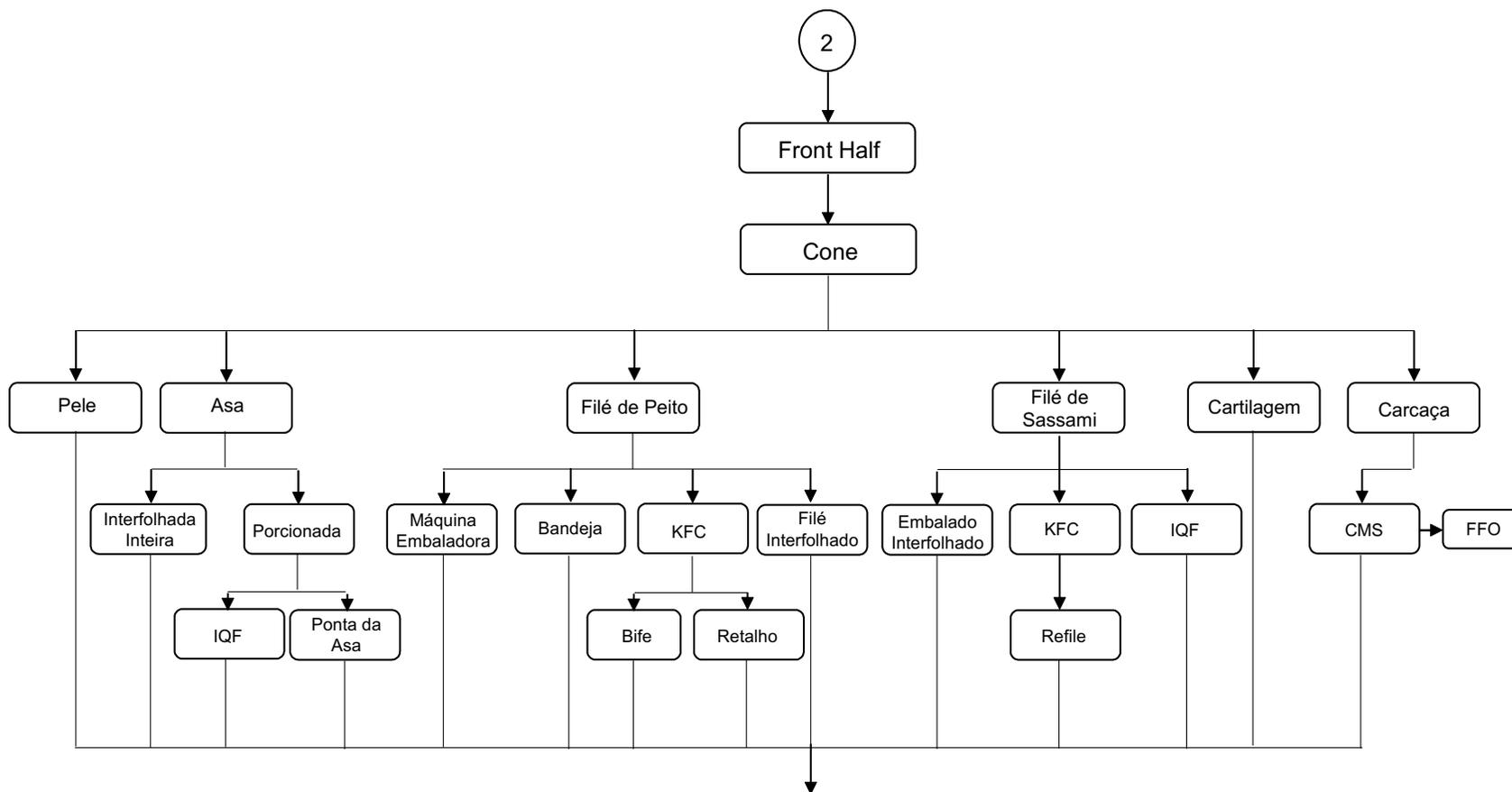
A sala de cortes pode ser visualizada de forma geral no fluxograma da Figura 7 e com detalhamento do *front half* na Figura 8.

Figura 7 – Fluxograma da Sala de Cortes



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 8 – Fluxogramas do front half



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao saírem do tanque de resfriamento, os frangos caem numa esteira na rependura da sala de cortes, os quais serão direcionados, para Cortes Normais ou Shawarma, sendo este, o frango inteiro desossado, um corte mais trabalhoso, destinado ao Oriente Médio, aos países árabes, para a preparação de pratos típicos da região, de acordo com a tradição Islâmica.

Os volumes de produção de cada produto específico gerado, ou seja, a demanda diária, semanal, mensal, anual, são estimadas e determinadas em Ordens de Produção (OP) pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) da empresa, conforme geração de pedidos e performance das linhas, podendo ser ajustadas e modificadas a qualquer momento.

3.6.5.1 Cortes Normais

Os frangos destinados aos cortes normais são pendurados manualmente pelas pernas em nóreas, sendo do processo chamado *Stork*, com 2 linhas em paralelo, abastecidas com cerca de 60 frangos/minuto em cada linha.

Seguindo na nórea das 2 linhas, os frangos passam por corte automático e se dividem em *Back Half* e *Front Half*, ou seja, mais ou menos na metade, separando parte de baixo e parte da frente (cima) do frango.

3.6.5.1.1 Back Half

No *back half*, as aves seguem penduradas na nórea pelas pernas, primeiramente se retira a sambiquira de forma automática, passando por serra, a qual segue para pesagem e embalagem.

Em uma das linhas, na sequência, as pernas inteiras são separadas em esquerda e direita, cortadas automaticamente no dorso ao meio, sendo chamadas *Leg Quarter*, as quais podem seguir por esteira para a mesa de perna, onde são interfolhadas, ou seja, ajustadas em bacias plásticas, entre finas folhas plásticas, pesadas e enviadas para congelamento e embalagem final.

Nessa mesma linha, outro corte que pode ser gerado da perna após a separação de esquerda e direita, é o porcionado, onde a perna passa automaticamente em serra, separando coxa e sobrecoxa, as quais seguem por esteiras específicas, para o processo *Individually Quick Frozen* (IQF), que significa

“Congelamento Individual Rápido”, sendo um método extremamente rápido e capaz de manter separado uma peça da outra. Após, segue para embalagem final.

Na outra linha, as pernas passam por serras que separam totalmente o lado esquerdo e direito do dorso. Essas pernas seguem também por esteira para a mesa de perna onde são desossadas e mantidas ou não com a pele, dependendo da classificação. Em seguida, são pesadas manualmente ou na balança automática *Marel*, embaladas, enviadas para congelamento e seguem para embalagem final.

O dorso cortado entre as pernas segue por esteira específica para pesagem, congelamento e embalagem final. Além disso, dependendo da necessidade ou solicitação, esses dorsos podem ir para o Carne Mecanicamente Separada (CMS), que é a carne obtida por processo mecânico de moagem e separação dos ossos do frango.

3.6.5.1.2 *Front Half*

Após passar pela separação do frango, o *front half*, que se entende como sendo a parte frontal, de cima do frango (peito e asas) seguem por esteira para quatro linhas de cones, onde são encaixados individualmente cada parte do frango pela carcaça, em cada cone, para dar sequência as etapas do processo.

Do cone corta-se as asas direita e esquerda que são colocadas em esteira e seguem até a mesa de asas. Na mesa, essas asas podem ser interfolhadas inteiras em bacias, congeladas e enviadas para embalagem final, ou passarem por um equipamento que porciona as asas, separando a coxinha da asa, meio da asa e ponta da asa. A coxinha e meio da asa seguem separadamente por esteira para o processo IQF, e, a pontinha da asa é pesada, enviada para congelamento e embalagem final.

Na sequência do cone retira-se o peito e a pele. Os peitos são colocados em esteira e seguem para a mesa de peito. As peles são enviadas para pesagem, congelamento e embalagem final. Os peitos na mesa são classificados, podendo ser interfolhados em bacias maiores ou automaticamente na embaladora multicabeçal em bandejas menores. Ainda, parte dos peitos seguem para uma filetadora automática em outra mesa, para atendimento da linha *Kentucky Fried Chicken (KFC)*, que é uma rede mundial de *fast food* de frango frito, que tem especificações diferenciadas para o produto. Após, são pesados, enviados para congelamento e embalagem final.

Seguindo ainda pelo cone, retira-se o sassami, que é o filé do peito, os quais também são colocados em esteira e seguem para a sua mesa específica. Os filés de

sassami são classificados, podendo ser interfolhados em bacias, enviados para o processo IQF e ainda seguindo para a linha KFC, seguindo o padrão específico de refile. Após, são pesados, enviados para congelamento e embalagem final.

Na parte final do cone, retira-se a cartilagem da carcaça com auxílio de faca, as quais são pesadas, enviadas para congelamento e embalagem final.

Por fim, as carcaças se soltam dos cones automaticamente, caindo em chutes e são enviadas para o Carne Mecanicamente Separada (CMS). Após extraída, a CMS é embalada, pesada e enviada para congelamento e embalagem final. Os ossos separados seguem para a FFO.

3.6.5.2 Shawarma

O Shawarma, como já citado, é a linha de frango inteiro desossado destinado aos países árabes, com um maior valor agregado para a companhia. Atualmente são destinados para o Shawarma cerca de 76 frangos/minuto, em paralelo aos frangos destinados para os cortes normais.

Na mesma seção de pendura para as linhas *Stork*, são classificadas as carcaças de maior tamanho e integridade, separadas e colocadas no compartimento posicionado abaixo da cuba de recepção de carcaça resfriada. Na sequência, são transportadas por esteira taliscada até as linhas de cones onde serão manipuladas.

Em seguida, será descrito cada etapa das atividades do Shawarma:

3.6.5.2.1 Colocar Carcaça no Cone

Posicionar as carcaças no cone através da cavidade abdominal, de forma que a carcaça esteja firme e permita a desossa com segurança. São duas linhas de cones que seguem em paralelo na mesma velocidade.

3.6.5.2.2 Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo

Segurar a asa esquerda entre o polegar e o indicador, posicionar a faca abaixo do pescoço e riscar somente a pele das costas da carcaça com precisão. Em seguida, forçar a asa para baixo e posicionar a faca sobre a articulação entre a asa e o osso jogador. Deslizar a faca para as costas do frango, raspando a escápula para garantir a retirada total do medalhão, não ficando parte aderido ao dorso. Apoiar a faca na

base do osso jogador e, puxar a asa para desprender o peito esquerdo, cuidando para não ficar carne de peito junto ao dorso ou sassami cortado com a ponta da faca.

3.6.5.2.3 Deslocar e Baixar a Perna Esquerda

Na sequência, deslocar a perna esquerda, segurando firme nela e pressionando com o polegar a parte superior do dorso, puxando para trás, até que elas sejam deslocadas. Depois, fazer um risco na horizontal na altura da articulação da perna, segurar a perna girando-a 180°, entrar com o côncavo da faca no osso da perna, raspando-o bem para melhor aproveitamento. Em seguida, cortar tendão e puxar a perna, deixando-a presa ao peito através da pele.

3.6.5.2.4 Deslocar Asa e Baixar Peito Direito

Segurar a asa direita entre o polegar e o indicador, forçar a asa para baixo e posicionar a faca sobre a articulação entre a asa e o osso jogador. Em seguida, deslizar a faca para as costas do frango, raspando a escápula para garantir a retirada total do medalhão, não ficando parte aderido ao dorso. Depois, apoiar a faca na base do osso jogador e puxar a asa para desprender o peito direito, cuidando para não ficar carne de peito junto ao dorso ou sassami cortado com a ponta da faca.

3.6.5.2.5 Inspeccionar Osso Jogador

Após o peito se desprender da carcaça, revisar o osso da clavícula, ou seja, o chamado osso jogador, que deve estar aderido à carcaça. Caso o osso estiver ausente da carcaça, ou somente parte dele, inspecionar o peito verificando a presença ou não do osso jogador na peça, se estiver deve-se retirar.

3.6.5.2.6 Retirar Asa Esquerda

Girar a asa esquerda 90° e fazer o corte na linha da gordura divisória entre o peito e o medalhão, separando do peito, com cuidado para não ficar carne de peito junto a asa, excesso de pele e medalhão junto ao dorso. As asas retiradas seguem para a mesa da asa.

3.6.5.2.7 Retirar Asa Direita

Girar a asa direita 90° e fazer o corte na linha da gordura divisória entre o peito e o medalhão, separando do peito, com cuidado para não ficar carne de peito junto a asa, excesso de pele e medalhão junto ao dorso. As asas retiradas seguem para a mesa da asa.

3.6.5.2.8 Deslocar e Baixar a Perna Direita

Na sequência, deslocar a perna direita, segurando firme nela e pressionando com o polegar a parte superior do dorso, puxando para trás, até que elas sejam deslocadas. Depois, fazer um risco na horizontal na altura da articulação da perna, segurar a perna girando-a 180°, entrar com o côncavo da faca no osso da perna raspando-o bem para melhor aproveitamento. Em seguida, cortar tendão e puxar a perna, deixando-a presa ao peito através da pele.

3.6.5.2.9 Retirar do Cone e Refilar Manta

Por fim, puxar com as duas mãos a manta da carcaça (peito e as duas coxas e sobrecoxas com pele), colocar na bancada e verificar possíveis ossos ou fragmentos, cartilagens ou raspas e corpos estranhos nas mantas, retirando em caso de presença.

Após, colocar as mantas na esteira, as quais seguem para desossa em outra mesa da sala de cortes.

3.6.5.2.10 Riscar e Retirar Sassami

Como etapa final no cone, realiza-se o risco e retirada do sassami, que é o filezinho do peito aderido à carcaça. Primeiramente, deslizar a faca entre o osso jogador e o externo em formato de “X”, cortando o tendão que liga o sassami ao dorso. Após, puxar o sassami já riscado com as mãos, encaixando o polegar e o indicador e puxar para baixo de forma abrindo, até soltar da carcaça, cuidando para não mutilar ou permanecer com fragmentos de ossos nos sassamis.

Por fim, assim como nas linhas dos cortes normais, as carcaças se soltam dos cones automaticamente, caem em chutes e são enviadas para o Carne Mecanicamente Separada (CMS). Após extraída, a CMS é embalada, pesada e

enviada para congelamento e embalagem final. Os ossos separados seguem para a FFO.

As mantas do Shawarma seguem para a mesa da desossa, onde são retirados os ossos da perna, fragmentos e cartilagens ou ainda, raspas e corpos estranhos que podem ficar aderidos na manta. Posteriormente são classificadas, pesadas e embaladas, enviados para congelamento e embalagem final.

Todos os produtos da UP, após embalagem inicial em pacotes ou folhas plásticas, são encaixotados em caixas de papelão e seguem por esteira para os túneis de congelamento, com exceção dos produtos que passam pelo processo de congelamento individual rápido (IQF). No túnel, cada produto permanece o tempo de retenção específico até atingir a temperatura padrão.

As temperaturas dos produtos são checadas com termômetro com auxílio de furadeira, sendo que a temperatura do produto mercado externo (ME) deve ser $\leq -18^{\circ}\text{C}$ e do mercado interno (MI) $\leq -12^{\circ}\text{C}$.

Após saírem do túnel de congelamento, todos os produtos passam pelo detector de metais, no qual é um PCC (Ponto crítico de Controle) Físico, para verificar a ausência de metais.

Na sequência, as caixas seguem para a embalagem final, onde são seladas com filme termo encolhível, depois paletizadas em estrado de madeira, conforme padrões e especificações técnicas de cada produto. Posteriormente, os pallets são apontados, fazendo a leitura do código de barras das etiquetas e envoltos por filme *stretch* envolvendo desde a base do pallet até o topo.

Por fim, os pallets são direcionados à câmara de estocagem e posterior expedição.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados e as discussões referentes aos dados coletados na indústria frigorífica, buscando atender aos objetivos específicos desta pesquisa. Primeiramente são apresentados os dados referentes a produção, e na sequência, a aplicação do balanceamento de linha.

4.1 Estudo de Caso – Balanceamento de Linha

4.1.1 Caracterização da Produção

Para a aplicação do balanceamento de linha na empresa, é importante ressaltar algumas informações necessárias para o seu desenvolvimento e destacar que alguns dados obtidos e utilizados para a realização do estudo foram fornecidos por meio de entrevistas não estruturadas com funcionários da unidade produtora (UP) de aves de Campo Mourão/PR.

A unidade produtora de aves trabalha atualmente em dois turnos diários, de 2ª a 6ª feira, sendo o 1º turno das 05:10 h às 14:48 h, totalizando 9h e 38min, e, o 2º turno das 15:30h às 01:08h, totalizando 9h e 38min. O intervalo entre o final do 2º e início do 1º turno é utilizado para o procedimento padrão de higienização pré-operacional (PPHO), onde realiza-se a limpeza com lavagem e sanitização completa dos setores, com água, sabão, esfrega, enxague e sanitização utilizando produtos químicos específicos e apropriados para o processo.

Em cada turno produtivo há intervalos para refeição e tempos de parada de pausas programadas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Tempos de parada e tempos trabalhados

Turnos	1º e 2º
Intervalos Refeição (h)	01:00:00
Pausas (h)	01:00:00
Tempo de Turno Produtivo (h)	7h 38 min
Tempo de Turno Produtivo (min)	458
Tempo Real de Trabalho considerado pela Empresa (min)	450
Tempo Real de Trabalho considerado pela Empresa (s)	27000

Fonte: Autoria própria (2022).

É importante ressaltar que o balanceamento de linha na sala de cortes foi mensurado nas linhas do cone do shawarma, 1º turno, devido ao fato de ser o produto de maior valor agregado da empresa, atualmente ser processado a maior parte no 1º turno de produção e por ser o processo de maior manipulação dos frangos inteiros nos cones. Diferentemente do que ocorre nas linhas *stork* para os cortes normais, onde grande parte dos processos são automáticos e o frangos são divididos.

O arranjo físico ou *layout* identificado é o por produto ou em linha, pois, as estações de trabalho são posicionadas de acordo com a sequência de montagem do produto, por isso a necessidade da aplicação desse método.

O balanceamento de linha foi ajustado devido à característica do processo, sendo contínuo em cone, e aplicado com relação à velocidade do cone e ao número de funcionários que executam determinada atividade, pois essa é a relação que evidencia a real eficiência da linha, onde, a atribuição de tarefas consiste de forma que todas as estações demandem o mesmo tempo para execução das atividades a elas designadas.

As atividades realizadas nas duas linhas de cone do shawarma, 1º turno, e o respectivo número de funcionários que executam a atividade são apresentadas no quadro 2:

Quadro 2 – Atividades realizadas e número de funcionários

Nº Atividade	Atividade	Nº Funcionários Linha Cone 1	Nº Funcionários Linha Cone 2	Nº Funcionários Total
1	Colocar Carcaça no Cone	1	1	2
2	Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	2	2	4
3	Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	2	2	4
4	Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	2	2	4
5	Inspecionar Osso Jogador	1	1	2
6	Retirar Asa Esquerda	1	1	2
7	Retirar Asa Direita	1	1	2
8	Deslocar e Baixar a Perna Direita	2	2	4
9	Retirar do Cone e Refilar Manta	5	5	10
10	Riscar e Retirar Sassami	3	3	6
Total Linha		20	20	40

Fonte: Autoria própria (2022).

Para o cálculo do balanceamento de linha foi necessário a tomada de tempos da manipulação de cada atividade, em horários diferentes e de funcionários diferentes que executam tais atividades do processo específico, através da técnica de cronometragem. Com isso, pode-se identificar possíveis oscilações e estipular um tempo considerado padrão para a realização de cada atividade e o conteúdo de trabalho total de todas as atividades juntas.

A coleta de dados e as tiradas de tempos na empresa foram realizadas durante o mês de março de 2022, entre os dias 15/03/2022 e 30/03/2022, no 1º turno de produção, alternando horários e funcionários do processo das duas linhas de cone, antes e após o intervalo de refeição, conforme demonstrados nos quadros do apêndice. Portanto, para obter uma média mais real dos tempos, minimizando possíveis alterações na execução de cada atividade, devido à funcionários menos experientes, ou maior demanda de tempo com frangos não conformes vindos de outras etapas do processo ou de falhas na manipulação de atividades precedentes.

As médias dos tempos estão em segundos (s) e são demonstrados no Quadro 3.

Quadro 3 – Tempos das Atividades

Março/2022					
Nº	Atividades	Médias (s)			Média Geral (s)
1	Colocar Carcaça no Cone	1,58	1,58	1,58	1,58
2	Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	3,15	2,88	2,95	2,99
3	Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	2,64	3,07	3,09	2,93
4	Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	2,91	3,10	2,90	2,97
5	Inspecionar Osso Jogador	1,58	1,58	1,58	1,58
6	Retirar Asa Esquerda	1,61	1,59	1,54	1,58
7	Retirar Asa Direita	1,70	1,61	1,62	1,64
8	Deslocar e Baixar a Perna Direita	3,16	3,22	2,98	3,12
9	Retirar do Cone e Refilar Manta	6,24	6,66	6,82	6,57
10	Riscar e Retirar Sassami	3,66	3,69	3,76	3,70
Conteúdo de Trabalho		28,22	28,98	28,82	28,67

Fonte: Autoria própria (2022).

Para a realização dos cálculos do balanceamento de linha foram utilizadas as fórmulas dos autores explicitados no item 2.6.1 Elaboração do Balanceamento de Linha do Referencial Teórico.

O Quadro 4 mostra a sequência das atividades que são executadas, a duração em segundos (s) de cada uma e as atividades que são precedentes, ou seja, para a realização de uma atividade, depende da execução de determinada(s) outra(s) atividade(s) anteriormente.

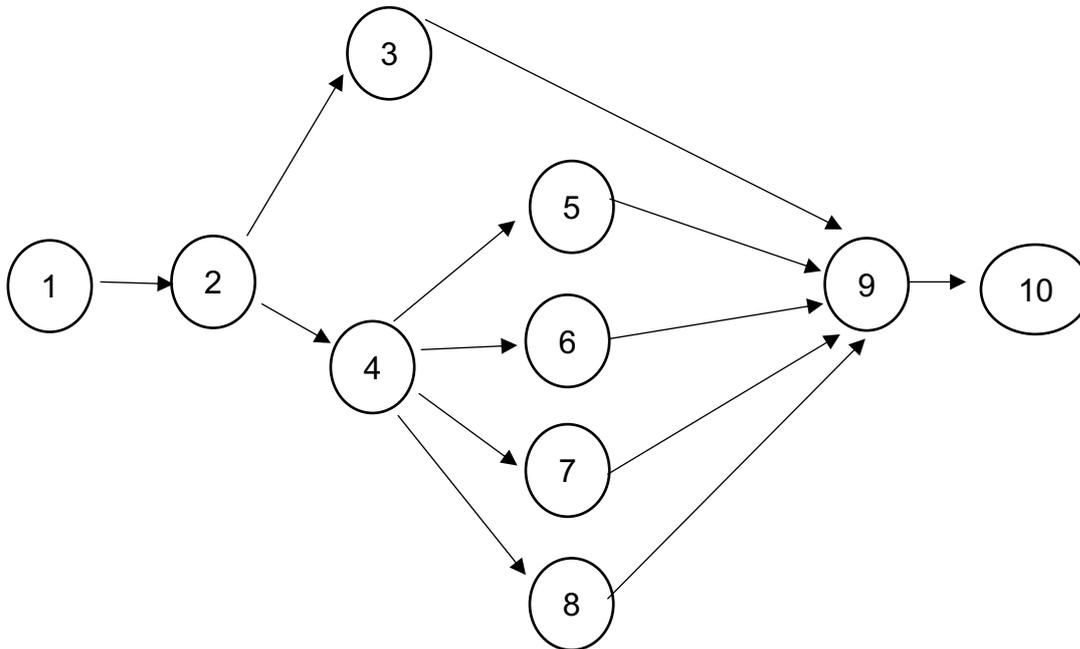
Quadro 4 – Tempo de operação e relação de precedência

Nº	Atividades	Tempo de Duração (s)	Atividades Precedentes
1	Colocar Carcaça no Cone	1,58	-
2	Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	2,99	1
3	Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	2,93	2
4	Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	2,97	2
5	Inspecionar Osso Jogador	1,58	4
6	Retirar Asa Esquerda	1,58	4
7	Retirar Asa Direita	1,64	4
8	Deslocar e Baixar a Perna Direita	3,12	4
9	Retirar do Cone e Refilar Manta	6,57	3 - 5 - 6 - 7 - 8
10	Riscar e Retirar Sassami	3,70	9

Fonte: Autoria própria (2022).

Com a determinação dos tempos padrão das atividades e a identificação das atividades precedentes, elaborou-se o diagrama de precedências, que permite representar visualmente as atividades envolvidas e o relacionamento sequencial entre elas, conforme a Figura 9.

Figura 9 – Diagrama de Precedências



Fonte: Autoria própria (2022).

Após levantar o tempo real trabalhado, verifica-se a taxa de produção atual da empresa, sendo de aproximadamente 30.000 frangos/dia demandados ao Shawarma, para os dois turnos de produção, considerando 15.000 frangos/dia/turno. Lembrando que a produção atual por dia do frigorífico é de 150.000 frangos, sendo o restante demandados aos cortes normais. Essa taxa foi alterada recentemente por decisões estratégicas da empresa, sendo anteriormente, um volume um pouco maior de demanda para o Shawarma.

4.1.2 Cálculo do Tempo de Ciclo (TC)

Com tais dados, calcula-se o tempo de ciclo (TC), ou seja, o tempo por cone de cada frango que seria necessário para atingir a taxa de produção diária almejada, dentro do tempo de trabalho diário disponível, logo:

Tempo real trabalhado: 27.000 segundos/dia/turno

Taxa de produção do shawarma: 15.000 frangos/dia/turno

Tempo de ciclo (TC): $\frac{\text{tempo real trabalhado}}{\text{taxa de producao}}$

$$\text{TC: } \frac{27.000 \frac{\text{s}}{\text{dia}}/\text{turno}}{15.000 \frac{\text{frangos}}{\text{dia}}/\text{turno}} = 1,80 \text{ segundos/frango}$$

Constatado que a velocidade da linha do cone do Shawarma na empresa é de aproximadamente 38 cones/min/linha, totalizando 76 cones/min com as duas linhas, ou aproximadamente, 0,79 s/frango, percebeu-se que essa velocidade está totalmente divergente, comparado ao valor calculado no tempo de ciclo que é de aproximadamente 1,80 s/frango durante o turno produtivo.

Essa discrepância dos valores se dá porque os 1,80 s/frango foram calculados considerando o tempo total diário de trabalho e a produção diária almejada do frigorífico para o 1º turno de Shawarma, de forma contínua, processando do início ao fim do turno. Já os 0,79 s/frango teve como base a velocidade utilizada atualmente pela empresa, sendo a mesma velocidade que trabalhava quando tinha maior volume de demanda no passado.

Ao considerar o tempo de ciclo (TC) de 1,80 s/frango e através da divisão de 60 s por 1,80 s/frango, verifica-se que as linhas teoricamente deveriam movimentar-se com 33,33 cones/min/turno ou aproximadamente entre 33 e 34 cones/min cada turno de produção, e não os 76 cones/min verificados atualmente no processo.

Pode-se considerar que mesmo podendo resultar em ganhos na qualidade dos cortes, essa redução da velocidade para 33 ou 34 cones/min poderia impactar de forma negativa na produtividade da unidade produtora (UP), com quase 43 frangos/min a menos, podendo não ser uma estratégia apropriada considerada para a companhia.

4.1.3 Cálculo do Número de Pessoas

Para se levantar teoricamente o número de pessoas necessárias para a produção do Shawarma no 1º turno, de forma a não considerar os diferentes tempos de execução das atividades, calculou-se a relação entre o tempo operacional total, ou seja, o conteúdo de trabalho (CT), que foi verificado ser de 28,67 segundos, e o tempo de ciclo (TC):

$$\text{Número de pessoas: } \frac{\text{conteúdo de trabalho (CT)}}{\text{tempo de ciclo (TC)}}$$

Considerando o TC de 1,80 s/frango que foi levantado com base em todo o tempo produtivo, do início ao fim do turno, tem-se:

$$\text{N.º de pessoas: } 28,67 / 1,80 = 15,93 \text{ ou aproximadamente } 16 \text{ pessoas.}$$

Ou seja, considerando que não se pode arredondar o número pessoas para baixo, seriam necessários 16 funcionários para processar todos os frangos, cada um realizando todas as atividades do início ao fim do turno.

Ajustando o TC de 0,79 s/frango que foi a velocidade atual real utilizada pela unidade produtora, tem-se:

N.º pessoas: $28,67 / 0,79 = 36,29$ ou aproximadamente 37 pessoas.

Portanto, ao considerar a velocidade real do cone, seria necessário teoricamente aproximadamente 37 pessoas nas linhas de cone do shawarma, 1º turno, ou seja, verifica-se que seria menos funcionários do que o real constatado de 40 funcionários. Porém, deve ser considerado o tempo de cada atividade separadamente com seus respectivos números de funcionários e avaliar a eficiência de cada posto de trabalho, ou atividade, com relação à velocidade real do cone que é de 76 cones/min, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5 – Eficiência dos postos de trabalho

Atividades / Postos de Trabalho	Nº Atual de Funcionários	Tempo Padrão da Atividade (s)	Capacidade de Execução (cones/min)	Velocidade Atual Praticada (cones/min)	Nº Funcionários Necessários	Diferença entre Nº de Funcionários Necessários e Atuais	Nº Funcionários Excedentes	Nº Funcionários Faltantes	Eficiência (%)
1	2	1,58	76,00	76	2,00	0,00	0,00	0,00	100%
2	4	2,99	80,21	76	3,79	-0,21	0,21	-	106%
3	4	2,93	81,82	76	3,72	-0,28	0,28	-	108%
4	4	2,97	80,75	76	3,76	-0,24	0,24	-	106%
5	2	1,58	76,00	76	2,00	0,00	0,00	0,00	100%
6	2	1,58	75,97	76	2,00	0,00	0,00	0,00	100%
7	2	1,64	73,11	76	2,08	0,08	-	0,08	96%
8	4	3,12	76,90	76	3,95	-0,05	0,05	-	101%
9	10	6,57	91,27	76	8,33	-1,67	1,67	-	120%
10	6	3,70	97,27	76	4,69	-1,31	1,31	-	128%
10	40	28,67	83,71	76	36,32	-3,68	3,76	0,08	110%

Fonte: Autoria própria (2022).

4.1.4 Aplicação do Balanceamento de Linha

A aplicação do Balanceamento de Linha na Sala de Cortes, especificamente nas linhas do cone do Shawarma, 1º Turno, necessitou ser ajustada ao tipo do processo produtivo, levando em consideração a velocidade do cone e o número de funcionários de cada posto de trabalho, pois esses fatores são indicadores da eficiência da linha no frigorífico.

O Quadro 5 demonstra os valores e dados utilizados para se chegar ao demonstrativo da eficiência de cada posto de trabalho e o geral das linhas. Mostra as atividades com seu respectivo número de funcionários, o tempo levantado considerado padrão de cada atividade, a quantidade de cones por minuto que são processados pela quantidade de funcionários de cada posto de trabalho, de acordo com o tempo padrão de cada atividade ($60/\text{tempo} \times n^\circ$ de pessoas) e também, a velocidade real de processamento praticada na linha do frigorífico, sendo de 76 cones por minuto.

Com esses valores pôde-se calcular a quantidade de funcionários totais necessários para as duas linhas do Shawarma, sendo de 36,32 ou, aproximadamente 37 pessoas, como já calculado acima. Também, calculou-se de forma específica o número de funcionários que sobram ou que faltam em cada posto e, por fim, calculou-se a eficiência real de cada posto de trabalho, sendo a eficiência geral verificada das linhas de 110 %. A eficiência de cada posto foi dada pela relação da quantidade de cones por minuto do que foi calculado verificando o número de funcionários e o tempo padrão de cada atividade, pela quantidade de cones por minuto que são movimentados na linha específica do frigorífico ($\text{capacidade}/\text{velocidade real}$).

Essa relação da velocidade atual praticada e a capacidade de execução, ambas em cones/minuto, permitem a formação de um índice, que representa, em forma percentual, quanto um posto de trabalho está utilizando sua capacidade disponível, como se fosse um grau de utilização.

Através do cálculo de eficiência de cada posto de trabalho, demonstrados no Quadro 5, percebe-se quais atividades que estão sobrecarregadas ou quais apresentam certa ociosidade. Entende-se como atividades sobrecarregadas, aquelas que ficam abaixo do 100%, onde a capacidade de execução (cones/min) está abaixo da velocidade atual praticada (cones/min). Ao contrário, as atividades ociosas são

aquelas acima dos 100% de eficiência, onde a capacidade de execução é superior a velocidade atual praticada dos cones.

Mediante o cenário atual levantado, verifica-se que apenas a atividade 7 encontra-se com sobrecarga, as atividades 1, 5 e 6 acompanham a velocidade da linha e conseguem atender de forma eficiente, e as demais atividades: 2, 3, 4, 8, 9 e 10, apresentaram certa ociosidade ficando acima dos 100%.

Teoricamente, pela diferença do total de funcionários que faltam, que é de 0,08 e do total de funcionários que sobram, sendo de 3,76 verifica-se que sobram 3,68 ou aproximadamente 3 funcionários, arredondando-se para baixo. Com isso, o novo quadro de funcionários passaria de 40 para 37 nas linhas do cone do Shawarma.

Porém, como deve-se considerar números inteiros de funcionários nos postos de trabalho, considerando que o tempo ocioso de um funcionário em determinada atividade não pode ser utilizado em uma outra atividade que esteja sobrecarregada ao mesmo tempo. Assim, a possível redução ou acréscimo de funcionários nas linhas amenizaria a ociosidade ou sobrecarga de alguns postos, mas não resolveria a questão, já que se trata de pessoas, seres humanos.

Dessa forma, seria necessário números inteiros de funcionários, onde os que sobram seriam arredondados para baixo, e os que faltam, arredondados para cima. Com isso, ainda de acordo com o Quadro 5, o número de funcionários que estão sobrando efetivamente nas linhas são 2, verificado nas atividades 9 e 10 (1 de cada) e, está faltando 1 funcionário verificado na atividade 7. Logo, a necessidade de funcionários na Sala de Cortes, linhas de cones do Shawarma, 1º Turno, seria de 39 verificada pela diferença dos funcionários que faltam e dos que sobram, com os devidos arredondamentos.

Contudo, mediante todos os dados levantados e observações *in loco*, através dos cálculos, pôde-se simular e sugerir um melhor cenário à Unidade Produtora. Considera-se que o ideal a se trabalhar a eficiência, seria cada posto de trabalho estar o mais próximo possível de 100 %, e conseqüentemente a linha como um todo.

Com isso, conforme o Quadro 6, simulou-se a velocidade dos cones praticada de 68 cones/min (34 cones/min/linha) e ajustou-se os tempos das atividades para um valor padrão que atendesse a capacidade de execução (cones/min) conforme o número de pessoas em cada posto de trabalho. A quantidade de pessoas permaneceu a mesma, com exceção da atividade 9, com redução de 2 funcionários (1 por linha), totalizando 38 funcionários, não havendo ociosidade ou sobrecarga de trabalho.

Quadro 6 – Eficiência dos postos de trabalho com 68 cones/min

Atividades / Postos de Trabalho	Nº Atual de Funcionários	Tempo Padrão da Atividade (s)	Capacidade de Execução (cones/min)	Velocidade Atual Praticada (cones/min)	Nº Funcionários Necessários	Diferença entre Nº de Funcionários Necessários e Atuais	Eficiência (%)
1	2	1,76	68,00	68	2,00	0,00	100%
2	4	3,53	67,99	68	4,00	0,00	100%
3	4	3,53	67,99	68	4,00	0,00	100%
4	4	3,53	67,99	68	4,00	0,00	100%
5	2	1,76	68,00	68	2,00	0,00	100%
6	2	1,76	68,00	68	2,00	0,00	100%
7	2	1,76	68,00	68	2,00	0,00	100%
8	4	3,53	67,99	68	4,00	0,00	100%
9	8	7,06	67,99	68	8,00	0,00	100%
10	6	5,29	68,05	68	6,00	0,00	100%
10	38	33,53	68,00	68	38,00	0,00	100%

Fonte: Autoria própria (2022).

Assim, mediante os ajustes nos tempos padrão das atividades, temos um novo tempo de CT (Conteúdo de Trabalho), sendo de 33,53 segundos, ou seja, menos de 5 segundos a mais por frango, verificado do CT dos cones com velocidade de 76 cones/min sendo de 28,67 segundos.

Conseqüentemente, torna-se importante destacar que nesse cenário sugerido, os postos de trabalho e a linha em geral, ficariam com eficiência ideal, ou seja, teoricamente, haveria minimização significativa da ociosidade de trabalho, que passaria de 110% para 100%, onde, o enfoque maior, seria no ajuste, adaptação e treinamento dos funcionários para os novos tempos considerados padrão das atividades, com relação a nova velocidade proposta dos cones. Logo, o critério de desempenho foi a minimização da ociosidade com tempo de ciclo fixo a uma dada taxa de produção para melhoria da eficiência das linhas.

Observa-se, pelos cálculos, maior tempo padrão sugerido, ou seja, disponível para a execução das atividades. Com toda certeza, isso refletiria em maior tranquilidade, assertividade e satisfação na execução dos cortes, permitindo menor risco de acidente de trabalho, maior qualidade e rendimento dos produtos acabados, já que a manipulação nas linhas dos cones está diretamente ligada a esses importantes indicadores na empresa.

Evidenciando a relação das questões ergonômicas aplicadas, refere-se ao conforto e saúde dos funcionários. Trata-se de evitar os riscos de acidentes e de doenças ligadas ao trabalho e de procurar diminuir, tanto quanto possível, as fontes de fadiga, sejam elas associadas ao metabolismo do corpo humano (trabalho em turnos, em baixas temperaturas), à força muscular e das articulações (trabalho repetitivo, em pé, com posturas inadequadas ou alturas diferentes), ou às exigências cognitivas do trabalho (tratamento de informação, resolução de problemas).

Comparando o tempo total gasto no turno, com os dois cenários, para a execução da produção do Shawarma com os diferentes tempos das atividades, tempo de ciclo, número de funcionários necessários e volume almejado, tem-se:

Para: 38/cones/min/linha ou 76 cones/min:

$15.000 \text{ frangos} \times 0,79 \text{ s/frango} = 11.850 \text{ segundos}$, sendo 3h e 18min.

Para: 34/cones/min/linha ou 68 cones/min:

$15.000 \text{ frangos} \times 0,88 \text{ s/frango} = 13.200 \text{ segundos}$, sendo 3h e 40min.

Portanto, seria uma diferença em torno de 22 minutos a mais por dia no 1º turno, rodando a produção com 68 cones/min, onde, com aproximadamente 3h e 40min trabalhados, conseguiria finalizar a produção do Shawarma, sendo possível a execução das atividades de forma mais confortável, ou, menos fadigante.

Contudo, por se tratar de ambiente de trabalho em turnos, com exposição de temperaturas baixas, ruídos, umidade, manipulações repetitivas e ambiente fechado, permitiria continuar atendendo as Normas Regulamentadoras ergonômicas de forma mais satisfatória. Também, com esse tempo menor demandado de produção, com relação ao tempo total produtivo do turno, se torna possível remanejar os funcionários para as demais operações da sala de cortes ou outros setores do frigorífico que haja necessidade, até a finalização do horário do turno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo de caso buscou realizar uma análise no setor de cortes em uma linha de produção de uma empresa frigorífica na unidade de produção de aves de Campo Mourão/PR, com o objetivo de aplicar a ferramenta de balanceamento de linha como alternativa de melhoria do processo produtivo.

Foram realizadas análises das métricas, a partir do mapeamento de todo o fluxo de produção e um estudo detalhado das atividades. O balanceamento de linha foi aplicado nas linhas do cone do Shawarma do 1.º turno, que precisou ser ajustada ao tipo do processo produtivo, levando em consideração a velocidade do cone e o número de funcionários de cada posto de trabalho, pois esses fatores são indicadores de eficiência da linha no frigorífico.

O *layout* verificado nas linhas de cone do Shawarma é o Linear, ou Sistema de produção em Linha, com fluxo repetitivo dedicado operado por equipes de trabalho. Os postos de trabalho são colocados de acordo com a sequência das atividades e são executadas conforme a sequência estabelecida sem caminhos alternativos, onde os frangos, percorrem um caminho pré-determinado dentro do processo.

Esse arranjo físico linear verificado está adequado com os moldes do processo, no qual, há pouca diversificação, com grande quantidade de produto e constância ao longo do tempo. Além disso, devido a essas características, a tendência é de gerar possível monotonia e estresse nos funcionários.

Uma situação observada e sugerida nas linhas, seria a realocação da Atividade 5 – Inspeccionar Osso Jogador, para após a execução das Atividades 6 e 7 – Retirar Asa Esquerda e Direita, pois, como o funcionário desta atividade, conforme revisa o osso, poderia abaixar consideravelmente o peito, facilitando a realização da Atividade 8 – de Deslocar e Baixar a Perna Direita, o qual os funcionários dessa Atividade, perdem um pouco de tempo em terem de baixar. E ao ser revisado o osso antes da retirada das asas, não pode baixar muito o peito, para não deixar as asas muito baixas, dificultando os cortes. Porém, devido à questão estrutural de pouco espaço na linha, não é possível essa alteração, sendo necessário investimentos para a adequação, sendo uma possível análise futura para a Empresa.

Entretanto, como a eficiência da linha não demonstrou estar diretamente relacionada ao tipo de *layout*, o enfoque foi dado na velocidade do cone na linha e na

quantidade de funcionários nos postos de trabalho, pois esses são fatores limitantes do índice de eficiência, e com isso, as observações ficam restritas a essas questões.

De modo geral, para manter a linha eficiente, além das questões técnicas quantitativas apresentadas, é importante considerar as questões práticas e operacionais do processo produtivo. Como exemplo, recomenda-se sempre manter os instrumentos de trabalho próximos dos funcionários e adequados para a sua utilização, como facas bem afiadas e sempre acessíveis para facilitar a manipulação. Pois, além de permitir poder executar a atividade no seu tempo padrão, possibilita maior qualidade e rendimentos dos cortes.

Além disso, as questões comportamentais e ergonômicas são muito importantes e devem ser verificadas e acompanhadas pelos responsáveis e líderes da produção e do setor de saúde ocupacional. Por se tratar de trabalhos repetitivos, recomenda-se o rodízio de funções entre os funcionários nos postos de trabalho, pois, além de variar movimentos e poder causar menos fadiga e maior bem-estar ao corpo, eles se tornam polivalentes e mais qualificados para a execução das atividades de todo o processo. Isso possivelmente amenizaria dificuldades da consequência do absenteísmo e rotatividade de funcionários na unidade produtora.

As pausas programadas devem ser bem aproveitadas para o descanso e recomenda-se a prática de ginásticas laboral para os funcionários. Também, quando possível, aumentar o número de cadeiras ergonômicas utilizadas no processo, pois possibilita maior conforto e bem-estar durante a execução das atividades, deixando o corpo mais descansado.

Diante do exposto, conclui-se que as linhas de cone do Shawarma, 1º Turno, mostraram-se de certa forma balanceadas e, recomenda-se apenas alguns ajustes com relação ao número de funcionários e a velocidade do cone, para que atenda eficientemente a taxa de produção almejada, dentro do tempo estabelecido de trabalho pela empresa.

Por fim, é importante destacar, que possíveis melhorias no layout da linha, como redefinição de espaçamentos e localização de esteiras de subida, por exemplo, poderiam ser benéficas a empresa, pois, dependendo das decisões ou intenções estratégicas da organização, se o arranjo físico não for bem elaborado, as consequências podem ser graves, com padrões de fluxo excessivamente longos, ou curtos e confusos, causando grandes prejuízos, podendo inviabilizar o próprio

negócio, ficando como sugestões de trabalhos futuros, até mesmo, possíveis automações do processo ou postos de trabalho.

Assim como, conforme possíveis mudanças de cenário da empresa, relacionados a necessidades de aumento ou redução de volume/demanda, número de funcionários ou turnos de produção, com a ferramenta proposta de cálculo utilizada, fica possível realizar simulações para se atender da forma mais eficiente a utilização dos recursos produtivos pela empresa ou abordagens em estudos futuros, não somente do shawarma, mas também, outros setores do frigorífico.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA. **O que é ergonomia?** Disponível em: <https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia>. Acesso em: 15 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **ABPA apresenta projeções para a avicultura e a suinocultura do Brasil.** Notícias do setor, Institucional Mercados, 15 dez. 2022a. Disponível em: <https://abpa-br.org/abpa-apresenta-projecoes-para-a-avicultura-e-a-suinocultura-do-brasil/>. Acesso em: 30 jan. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual ABPA.** 2022b, 144 p. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-1.pdf>. Acesso em 15 ago. 2022.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Frango pode ser a carne mais consumida do mundo até 2030.** 27 jun. 2022. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/frango-pode-ser-a-carne-mais-consumida-do-mundo-ate-2030/20220627-082401-y640>. Acesso em: 12 jul. 2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Tradução Luis Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016. 141p.

BARTH, D. C.; GUIMARÃES, L. B. M. Análise do Impacto do Rodízio no Grau de Risco Postural e de Desconforto/Dor de Trabalhadores na Desossa de Frango. Engenharia de Produção e Transportes. **Portal do Conhecimento.** Artigo em Congresso, 2008. http://www.producao.ufrgs.br/publicacoes_detalhes.asp?cod_trabalho=1379.

BATALHA M. O. (Org.). **Gestão Agroindustrial/GEPAL.** São Paulo: Atlas, 2001. 159 p.

BOYSEN, N.; FLIEDNER, M.; SCHOLL, A. A classification of assembly line balancing problems. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 18, n. 2, p. 674-693, dez. 2007. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.83.7519&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 04 nov. 2021

BRASIL. **Norma regulamentadora nº 17, de 07 de outubro de 2021.** Estabelece as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRASIL. **Nota Técnica:** Medidas para Controle de Riscos Ocupacionais na Indústria de Abate e Processamento de Carnes. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2004.

http://www.proergon.com.br/public/upload/downloads/Nota_tcnica_abate_MTE.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

BRASIL. **Norma Regulamentadora nº 36.** Dispõem sobre a segurança e saúde no trabalho em empresas de abate e processamento de carnes e derivado, de 18 de abril de 2013. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-36.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

CARVALHO, F. L. S.; CHRIST, J. S. Proposta de melhoria do processo de corte em abatedouro de aves: um estudo de caso em uma indústria capixaba. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 7, n. 5, p. 230–251, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/bjpe.v7i5.36975>. Acesso em: 15 jul. 2022.

DELWING, E. B. **Análise das condições de trabalho em uma empresa do setor frigorífico a partir de um enfoque macro ergonômico.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. 132 p. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/139Eduardo%20becker%20delwing%20AN.pdf>. Acesso em 15 jul. 2022.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 432 p.

DUTTA, S.; BENAVENTE, D. **Measuring innovation potential and results: the best performing economies.** In: The global innovation index 2011. Accelerating growth and development. Fontainebleau: France by INSEAD, 2011. p.3-56.

EREL, E.; SARIN, S. C. A survey of the assembly line balancing procedures. **Production Planning & Control**, Plymouth, v. 9, n. 5, p. 414-434, 1998. Disponível em: http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/48824/A_survey_of_the_assembly_line_balancing_procedures.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 jul. 2022.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção:** dos fundamentos ao essencial. São Paulo: Atlas, 2010. 298 p.

FRANCISCHINI, P. G.; FEGYVERES, A. Arranjo Físico. **Gestão de operações:** a engenharia de produção à serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blucher/ Fundação Vanzolini, 1998, v., p. 155-164.

FRANCISCHINI, P. G.; FEGYVERES, A. **Gestão de operações:** a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa, produção industrial, construção civil, competitividade, mercado. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2010. 543 p.

FRANCISCHINI, P. G. Estudo de Tempos. **Gestão de operações**: a engenharia de produção à serviço da modernização da empresa. São Paulo: Edgard Blucher/Fundação Vanzolini, 1997, v., p. 137-146.

GARCIA, F. M.; BERTUOL, T. I.; TONETI, A. A. C. A gestão logística integrada ao sistema de planejamento e controle da produção (PCP) na cadeia de carne de frango, nas empresas A e B, na região noroeste do Paraná. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. **Anais** [...] Bauru: FEB Unesp, 2006. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/264.pdf. Acesso em: 12 jul. 2022.

GERHARDT, M. P.; FOGLIATTO, F. S. Otimização do balanceamento de linhas de montagem multi-modelo para produção em pequenos lotes. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: Abepro, 2004. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2004_Enegep0105_0296.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176p.

GOMES, E; VIEIRA JUNIOR, M. Análise do setor de planejamento e controle da produção de um abatedouro de frango. **Caderno Técnico de Administração Contemporânea**, v.3, n.1, jan. / jul. 2020, 16 p. Disponível em: <https://webserver2.fumep.edu.br/ojs/ojs-2.4.8-5/index.php/CTAC/article/download/1-16/22>. Acesso em: 15 jul. 2022.

HABER, JABRA. A ergonomia e a sua importância. **UFABC Divulga Ciência**. v.4, n.5, p.8, mai. 2021. Disponível em: <https://ufabcdivulgaciencia.proec.ufabc.edu.br/2021/05/24/a-ergonomia-e-a-sua-importancia-v-4-n-5-p-8-2021/>. Acesso em: 15 jul. 2022.

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION. **What is ergonomics (HFE)?** Disponível em: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KLIPPEL, A. F. *et al.* Estratégia de Gestão dos Postos de Trabalho – Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais** [...] Ouro Preto: Abepro, 2003. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0103_0528.pdf. Acesso em 04 nov. 2021.

LEME, D. F. S. *et al.* Importância do PCP na indústria. *In*: BRAZILIAN TECHNOLOGY SYMPOSIUM, 2., 2016, Campinas. **Anais** [...] Campinas: Unicamp, 2016. Disponível em: <https://www.lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-16/proceedings/PA04-16-edited.pdf>. Acesso em 04 nov. 2021.

MACHLINE, C. **Manual de Administração da Produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1985. 569 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 226 p.

MARINO, L. H. F. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 13., 2006, Bauru. **Anais [...]** Bauru: FEB Unesp, 2006. Disponível em: https://simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/598.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

MARRA, G. C.; SOUZA, L. H.; CARDOSO, T. A. O Biossegurança no trabalho em frigoríficos: da margem do lucro à margem da segurança. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, p. 3259-3271, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013001100016>. Acesso em: 15 jul. 2022.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, P. F. **Administração da Produção**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 445p.

MIYATA, H. H.; BOIKO, T. P. Balanceamento de linha no setor de cortes de inteiros de um frigorífico de aves localizado no Oeste do Paraná. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 19., 2012. Bauru. **Anais [...]** Bauru: Simpep, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/235900547_Balanceamento_de_linha_no_setor_de_cortes_de_inteiros_de_um_frigorifico_de_aves_localizado_no_Oeste_do_Parana. Acesso em: 02 nov. 2021.

MOREIRA, D. A. **Administração de produção e operações**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 2000. 640 p.

OECD. **Manual de Oslo**. Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. 2. Ed. Paris: OECD. 1997. 136 p.

OLIVEIRA, P. A. B.; MENDES, J. M. R. Processo de trabalho e condições de trabalho em frigoríficos de aves: relato de uma experiência de vigilância em saúde do trabalhador. **Ciênc. saúde coletiva**, v. 19, n. 12, dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.12792014>. Acesso em: 15 jul. 2022.

PASQUINI, N. C. Planejamento e Controle Da Produção (PCP): estado da arte. **R.Tec.Fatec AM**. ISSN 2446-7049 Americana v.3 n.2 p.81-97 set. 2015 / mar. 2016. Disponível em: http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/118/1/planejamento_controle_producao.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007. 750 p.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

REKIEK, B. *et al.* Assembly line design: a survey. **IFAC Proceedings Volumes**, v. 35, n. 1, p. 155-166, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.3182/20020721-6-ES-1901.01647>. Acesso em: 15 jul. 2022.

REZENDE, J. C. M. *et al.* Avaliação do arranjo físico de uma empresa do ramo alimentício. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 32888–32924, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-006>. Acesso em: 15 jul. 2022.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012. 334 p.

RUSSOMANO, V. H. **PCP: Planejamento e Controle da Produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000. 320 p.

SANTINI, G. A. **Dinâmica tecnológica da cadeia de frango de corte no Brasil: análise dos segmentos de insumos e processamento**. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3474/TeseGAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 nov. 2021.

SANTINI PIGATTO, G.; SOUZA FILHO, H.; PINHO, M. Redes de Cooperação na Cadeia de Frango de Corte Nacional. *In*: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 24., 2006, Gramado. **Anais [...]**. Gramado: ANPAD, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/310606173_Nets_of_Cooperation_in_the_National_Broiler_Cutting_Chain. Acesso em: 02 nov. 2021.

SCHMIDT, N. S.; SILVA, C. L. Pesquisa e Desenvolvimento na Cadeia Produtiva de Frangos de Corte no Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 56, n. 3, jul-set., 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560307>. Acesso em: 02 nov. 2021.

SILVA, E. L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p.

SILVA, K.; SAMPAIO, R. J. B.; CANDIDO, M. A. B. Uma abordagem híbrida para o problema de Formação de grupos e balanceamento de linhas de montagem SMT. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002. Curitiba. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2002_TR12_0558.pdf. Acesso em: 02 nov. 2021.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**: Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1999. 525 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 748 p.

STAHLBERG FILHO, P. Planejamento e Controle da Produção *In*: BATALHA, Mário Otávio *et al.* **Gestão Agroindustrial**. São Paulo: Atlas, 1997. p.263-345.

TUBINO, D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 220 p.

VARELLA, S. R.D.; MEDEIROS, J. B. S.; SILVA JUNIOR, M. T. O desenvolvimento da teoria da inovação schumpeteriana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais** [...] Bento Gonçalves: Abepro, 2012. Disponível em: Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_sto_164_954_21021.pdf. Acesso em: 04 nov. 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatório de Pesquisa em Administração**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 146 p.

APÉNDICE

Quadro 7 : Tempo das atividades com 38 cones

		mar/22												
Linha Cone 1		Nº 38		Tempo (min): 1			Tempo 60						Média (s) por Funcionário	Média (s) da Atividade
Atividades / Funcionários														
1 - Colocar Carcaça no Cone	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
2 - Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	1º	3,30	3,65	3,20	3,30	3,03	4,20	3,29	2,77	2,91	3,30	3,30	3,15	
	2º	2,85	2,82	3,30	3,15	2,70	3,30	2,75	2,97	2,80	3,37	3,00		
3 - Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	1º	3,75	2,51	3,23	2,44	2,50	2,85	3,40	2,45	3,45	3,55	3,01	2,64	
	2º	2,05	1,98	2,30	2,35	2,33	1,98	2,56	2,70	1,95	2,44	2,26		
4 - Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	1º	2,55	3,40	2,97	2,85	3,10	3,05	3,15	2,96	3,22	2,55	2,98	2,91	
	2º	2,44	2,50	2,15	3,15	2,65	3,40	3,00	3,50	2,60	3,00	2,84		
5 - Inspeccionar Osso Jogador	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	
6 - Retirar Asa Esquerda	1º	1,59	1,65	1,59	1,58	1,55	1,62	1,61	1,66	1,67	1,55	1,61	1,61	
7 - Retirar Asa Direita	1º	1,55	1,59	1,82	1,69	1,70	1,66	1,75	1,74	1,68	1,80	1,70	1,70	
8 - Deslocar e Baixar a Perna	1º	3,22	3,36	3,15	4,10	3,40	2,90	2,95	3,45	3,00	3,01	3,25	3,16	
	2º	2,71	3,56	2,80	4,15	2,90	2,70	3,10	3,60	2,58	2,65	3,08		
9 - Retirar do Cone e Refilar Manta	1º	7,60	4,55	3,94	4,85	3,00	5,30	4,25	3,20	2,90	6,35	4,59	6,24	
	2º	5,90	6,80	7,50	3,15	9,80	6,10	6,82	3,00	2,85	6,15	5,81		
	3º	4,15	7,40	4,47	9,50	4,00	7,02	8,90	6,40	7,10	10,00	6,89		
	4º	9,40	5,05	8,60	6,10	10,50	10,70	3,00	9,50	5,90	8,90	7,77		
	5º	9,50	6,30	5,60	6,70	5,60	5,70	6,45	5,72	4,90	5,05	6,15		
10 - Riscar e Retirar Sassami	1º	3,35	4,20	4,28	2,75	4,00	3,30	3,65	4,10	4,25	3,10	3,70	3,66	
	2º	4,30	3,80	3,50	4,10	3,30	3,10	3,15	3,35	5,30	3,30	3,72		
	3º	3,00	2,80	3,00	4,10	3,60	4,00	4,10	4,70	2,90	3,35	3,56		
Conteúdo de Trabalho (CT) (s)													28,22	

Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 8 : Tempo das atividades com 38 cones (2)

		mar/22											
Linha Cone 1		Nº cones: 38		Tempo (min): 1			Tempo (seg): 60						
Atividades / Funcionários												Média (s) por Funcionário	Média (s) da Atividade
1 - Colocar Carcaça no Cone	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
2 - Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	1º	2,58	2,77	3,50	2,80	2,89	3,20	2,96	2,90	2,80	2,85	2,93	2,88
	2º	2,70	3,20	2,65	2,64	3,15	2,97	2,55	2,75	2,57	3,10	2,83	
3 - Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	1º	2,25	3,43	2,45	3,05	3,10	4,59	3,03	2,90	2,40	3,03	3,02	3,07
	2º	3,17	2,60	2,62	4,50	3,00	3,50	3,35	2,65	3,05	2,80	3,12	
4 - Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	1º	2,83	3,15	2,97	3,20	3,05	3,50	3,10	3,10	3,20	3,05	3,12	3,10
	2º	3,10	2,80	3,05	3,00	2,45	3,65	2,95	2,90	3,20	3,80	3,09	
5 - Inspeccionar Osso Jogador	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
6 - Retirar Asa Esquerda	1º	1,53	1,59	1,50	1,47	1,81	1,55	1,68	1,61	1,62	1,58	1,59	1,59
7 - Retirar Asa Direita	1º	1,57	1,58	1,57	1,61	1,86	1,57	1,50	1,65	1,62	1,57	1,61	1,61
8 - Deslocar e Baixar a Perna Direita	1º	3,36	3,10	3,17	3,00	3,15	3,70	2,80	3,30	3,15	4,10	3,28	3,22
	2º	2,52	3,50	3,10	3,20	2,90	4,00	3,10	2,95	3,17	3,10	3,15	
9 - Retirar do Cone e Refilar Manta	1º	9,00	3,40	8,70	8,60	8,90	4,10	6,30	13,50	5,30	6,95	7,48	6,66
	2º	5,70	6,90	9,00	4,20	4,10	4,85	3,40	3,66	5,60	4,20	5,16	
	3º	6,70	8,60	5,10	4,40	5,44	6,90	3,45	8,20	7,10	9,80	6,57	
	4º	4,50	4,73	4,10	8,30	3,00	7,70	12,90	7,50	7,52	5,00	6,53	
	5º	4,50	5,18	13,00	10,20	4,05	7,85	5,10	8,00	10,80	6,90	7,56	
10 - Riscar e Retirar Sassami	1º	3,40	3,90	3,00	3,10	3,05	2,95	3,73	3,60	3,00	3,55	3,33	3,69
	2º	3,30	4,70	3,70	3,60	4,66	4,80	4,15	3,70	3,80	3,10	3,95	
	3º	4,30	3,00	3,45	3,40	4,40	3,70	3,85	4,50	4,00	3,20	3,78	
Conteúdo de Trabalho (CT) (s)													28,98

Fonte: Autoria própria (2022).

Quadro 9 - Tempo das atividades com 38 cones (3)

Linha Cone 2		mar/22											Média (s) por Funcionário	Média (s) da Atividade
		Nº Cones: 38		Tempo (min): 1			Tempo (s): 60							
Atividades / Funcionários														
1 - Colocar Carcaça no Cone	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
2 - Riscar Pele das Costas, Deslocar Asa e Baixar Peito Esquerdo	1º	2,83	2,40	3,75	3,00	2,40	3,00	2,70	2,60	3,45	3,00	2,91	2,95	
	2º	3,40	2,72	2,75	3,40	3,10	2,45	2,51	3,60	2,97	3,00	2,99		
3 - Deslocar e Baixar a Perna Esquerda	1º	2,24	2,80	2,63	2,77	2,60	3,50	2,20	2,80	3,40	3,75	2,87	3,09	
	2º	3,50	3,55	4,10	2,90	3,42	3,50	3,50	2,95	2,90	2,75	3,31		
4 - Deslocar Asa e Baixar Peito Direito	1º	2,64	3,93	3,03	2,75	2,70	2,83	3,00	2,25	2,70	2,50	2,83	2,90	
	2º	2,70	2,83	3,15	3,28	2,83	3,42	2,90	2,45	3,20	3,00	2,98		
5 - Inspeccionar Osso Jogador	1º	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	
6 - Retirar Asa Esquerda	1º	1,49	1,43	1,61	1,51	1,55	1,56	1,60	1,68	1,49	1,46	1,54	1,54	
7 - Retirar Asa Direita	1º	1,63	1,64	1,65	1,60	1,40	1,48	1,60	1,90	1,56	1,70	1,62	1,62	
8 - Deslocar e Baixar a Perna Direita	1º	3,20	2,83	2,75	3,40	3,00	2,60	2,61	3,17	3,10	2,40	2,91	2,98	
	2º	2,45	2,90	3,23	2,80	3,70	2,75	2,60	3,15	3,55	3,40	3,05		
9 - Retirar do Cone e Refilar Manta	1º	4,90	6,95	7,90	8,90	10,80	9,00	5,30	9,80	5,00	5,92	7,45	6,82	
	2º	9,39	4,80	3,80	3,25	6,37	6,10	5,90	5,30	4,30	6,30	5,55		
	3º	10,30	7,87	4,05	10,80	5,14	5,85	7,80	10,00	9,40	3,00	7,42		
	4º	5,45	8,60	5,00	10,70	4,00	6,50	5,15	7,80	6,40	4,50	6,41		
	5º	9,00	9,90	7,60	7,00	4,15	5,10	11,15	6,90	6,00	6,00	7,28		
10 - Riscar e Retirar Sassami	1º	4,14	4,10	4,15	4,93	3,80	4,60	4,02	3,70	3,75	4,30	4,15	3,76	
	2º	3,45	3,70	3,69	3,15	3,40	4,03	4,15	3,80	3,20	3,95	3,65		
	3º	4,30	2,90	3,40	3,20	3,70	3,65	3,50	4,00	2,70	3,40	3,48		
Conteúdo de Trabalho (CT) (s)													28,82	

Fonte: Autoria própria (2022).