



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LETÍCIA HELLEN DE CASTRO BERNARDO

**AVALIAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO EM UMA LINHA DE RAÇÃO PARA
CAMARÕES NO ESTADO DO CEARÁ**

RUSSAS

2025

LETÍCIA HELLEN DE CASTRO BERNARDO

AVALIAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO EM UMA LINHA DE RAÇÃO PARA
CAMARÕES NO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Profa. Me. Hévilla Souza Oliveira

RUSSAS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B444a Bernardo, Leticia Hellen Castro.
AVALIAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO EM UMA LINHA DE RAÇÃO PARA
CAMARÕES NO
ESTADO DO CEARÁ : Estudo de caso / Leticia Hellen Castro Bernardo. – 2025.
61 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de
Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2025.
Orientação: Profa. Ma. Hévilla Souza Oliveira.

1. Cronoanálise. 2. Eficiência Produtiva. 3. Nutrição animal. I. Título.

CDD 658.5

LETÍCIA HELLEN DE CASTRO BERNARDO

AVALIAÇÃO DOS TEMPOS DE PRODUÇÃO EM UMA LINHA DE RAÇÃO PARA
CAMARÕES NO ESTADO DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal do Ceará,
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 16/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a. Me. Hévilla Souza Oliveira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Dmontier Pinheiro Aragão Jr.
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Candido Jorge de Sousa Lobo
Universidade Federal do Ceará (UFC)

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus, que nunca soltou minha mão. Foi Ele quem acalmou meu coração nas noites mais difíceis, que me deu força quando pensei em desistir e que iluminou cada passo meu até aqui. Em cada conquista, vejo Sua mão, Seu amor e Sua fidelidade. Tudo o que sou e o que conquistei, devo a Ele. Obrigada, meu Deus!

Agradeço profundamente aos meus pais, Luiz Jander e Silvia Helena, que foram pilares fundamentais ao longo de toda minha trajetória acadêmica. Obrigada por confiarem no meu potencial e por todo o apoio incondicional que me ofereceram, tornando possível a realização dos meus sonhos. Aos meus padrinhos, Raquel e Renê, sou grata pelo suporte e cuidado durante minha estadia em Russas, que tornaram essa fase mais tranquila e segura. Também deixo meu reconhecimento à minha irmã Larissa, cuja presença constante e incentivo, mesmo nos pequenos gestos, foram fundamentais para que eu seguisse firme.

Aos meus amigos de graduação Clara Maíra, Ludimila Lima, Elisson Oliveira, Mercia Nogueira, Paloma Lodi, Wesley Kelvin, Anna Caroline, Bianca Amorim, Damilis Saraiva, Giselly Kelly, Livia Barros e Adma Hilary, registro meu sincero reconhecimento pela parceria ao longo dessa caminhada. A convivência com vocês tornou essa fase mais leve e significativa. Compartilhamos aprendizados, superamos obstáculos lado a lado e vivemos momentos que marcaram não apenas minha formação acadêmica, mas também meu desenvolvimento pessoal. Sou grata por cada contribuição, por cada troca e pela amizade construída nessa jornada.

Ao meu namorado, Roger Anderson, meu agradecimento mais profundo. Estar longe de casa durante a faculdade não foi fácil, mas teu carinho, paciência e apoio constante me deram força para continuar. Mesmo à distância, você esteve presente nas ligações longas, nas palavras de incentivo, nos silêncios compreensivos. Obrigada por me entender, por me esperar e por caminhar comigo, mesmo de longe. Essa conquista também é sua.

A todos os professores do campus de Russas que fizeram parte dessa jornada, por terem sido sempre solícitos. A minha orientadora, Hévilla Souza, agradeço pela disponibilidade e pelo suporte. Tenho muita gratidão e admiração, muito obrigada!

Aos professores participantes da banca examinadora Prof. Dmontier Aragão e Prof. Cândido Jorge pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Ceará, instituição na qual tive a oportunidade de adquirir conhecimentos valiosos, especialmente por meio dos projetos de extensão como Inovale Jr, SER e do grupo de pesquisa GPEM. Sou muito grata por todas as experiências vivenciadas nesse ambiente.

“A produtividade está diretamente relacionada ao
balanceamento entre tempo, esforço e resultado.”

(Martins; Laugeni, 2015)

RESUMO

A indústria de nutrição animal desempenha papel estratégico no desenvolvimento da agropecuária brasileira, sendo responsável por fornecer suporte à produção de proteínas de origem animal com qualidade. No estado do Ceará, a carcinicultura, cultivo de camarões, representa uma importante atividade econômica, que demanda rações específicas para garantir produtividade e competitividade. Diante desse cenário, a avaliação dos tempos de produção em processos produtivos de nutrição animal torna-se essencial para o aprimoramento da performance industrial, redução de desperdícios e otimização de recursos. Este trabalho tem como objetivo avaliar os tempos de produção de uma linha de ração peletizada para camarão em uma indústria localizada em Eusébio-CE, que possui significativa representatividade no mercado nacional. Assim, a partir da aplicação de ferramentas, buscou-se identificar gargalos, medir tempos de execução e propor melhorias para elevar o desempenho da linha produtiva. A pesquisa foi conduzida como um estudo de caso, com abordagem aplicada, exploratória, descritiva. A metodologia adotada englobou a coleta de dados por meio de observação direta e registros em sistema; a classificação dos produtos com a curva ABC para selecionar o item mais representativo; o mapeamento do processo produtivo utilizando notação BPMN no software Bizagi; a execução de Cronoanálise para cálculo dos tempos médios, normais e padrão das operações; construção e análise do diagrama Homem-máquina; e desenvolvimento de um plano de ação com base na ferramenta 5W1H. Os resultados indicaram que o produto de maior impacto financeiro, responsável por mais de 35% do faturamento da linha, apresenta um tempo médio de produção de aproximadamente 38h (horas) por lote, com tempo normal ajustado para cerca de 36h, considerando fatores como ritmo de trabalho, e após a determinação do fator de tolerância, foi achado um tempo padrão de entorno de 46h. A análise do diagrama Homem-máquina evidenciou uma certa estabilidade nas fases mecanizadas do fluxo produtivo, entretanto, desequilíbrios entre os tempos de operação dos trabalhadores e das máquinas, impactam negativamente a fluidez do processo. A partir dos achados, foram propostas melhorias relacionadas à padronização de procedimentos, treinamento, redistribuição de tarefas e reorganização do layout, tendo em vista à redução de perdas e aumento da eficiência. Conclui-se que a aplicação de ferramentas como a Cronoanálise, o mapeamento de processos e o diagrama Homem-máquina oferece uma abordagem eficaz para diagnosticar falhas e promover avanços significativos na gestão industrial.

Palavras-chave: cronoanálise; eficiência produtiva; nutrição animal.

ABSTRACT

The animal nutrition industry plays a strategic role in the development of Brazilian agriculture, being responsible for providing support for the production of quality animal proteins. In the state of Ceará, shrimp farming is an important economic activity, which requires specific feeds to ensure productivity and competitiveness. Given this scenario, the evaluation of production times in animal nutrition production processes becomes essential for improving industrial performance, reducing waste and optimizing resources. This study aims to evaluate the production times of a pelleted shrimp feed line in an industry located in Eusébio-CE, which has significant representation in the national market. Thus, based on the application of tools, we sought to identify bottlenecks, measure execution times and propose improvements to increase the performance of the production line. The research was conducted as a case study, with an applied, exploratory and descriptive approach. The methodology adopted included data collection through direct observation and system records; classification of products with the ABC curve to select the most representative item; the mapping of the production process using BPMN notation in the Bizagi software; the execution of Chronoanalysis to calculate the average, normal and standard times of the operations; construction and analysis of the Man-Machine diagram; and development of an action plan based on the 5W1H tool. The results indicated that the product with the greatest financial impact, responsible for more than 35% of the line's revenue, has an average production time of approximately 38h (hours) per batch, with normal time adjusted to approximately 36h, considering factors such as work pace, and after determining the tolerance factor, a standard time of around 46h was found. The analysis of the Man-Machine diagram showed a certain stability in the mechanized phases of the production flow, however, imbalances between the operating times of workers and machines negatively impact the fluidity of the process. Based on the findings, improvements were proposed related to the standardization of procedures, training, redistribution of tasks and reorganization of the layout, with a view to reducing losses and increasing efficiency. It is concluded that the application of tools such as Chronoanalysis, process mapping and the Man-Machine diagram offers an effective approach to diagnosing failures and promoting significant advances in industrial management.

Keywords: chronoanalysis; production efficiency; animal nutrition.

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - N° de ciclos a serem cronometrados.....	25
Equação 2 - Tempo normal	27
Equação 3 - Tempo de tolerância.....	29
Equação 4 – Tempo padrão	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva ABC dos produtos.	42
Gráfico 2 - Gráfico de Gantt do processo.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplificação da curva ABC.....	21
Figura 2 - Caracterização da Pesquisa.....	34
Figura 3 - Etapas da metodologia.....	35
Figura 4 - Sistema produtivo geral da empresa.....	40
Figura 5 - Fluxo de produção da linha de camarão.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Representação por classes.....	20
Tabela 2 - Gráfico Homem-máquina do processo.....	49
Tabela 3 – Relação dos tempos do gráfico Homem-máquina.....	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas do Mapeamento de Processos.....	23
Quadro 2– Coeficientes de distribuição normal	26
Quadro 3 – Coeficiente de desvio padrão em função do número de cronometragens iniciais.	26
Quadro 4 – Classificação Habilidade x Esforço	28
Quadro 5 – Ilustração do Gráfico Homem-máquina	31
Quadro 6 – Explicação da ferramenta 5W1H.....	32
Quadro 7 - Relação de produtos por quantidade e valor vendido	41
Quadro 8 - Tabela mestra de classificação ABC dos itens.....	41
Quadro 9 - Elementos descritos do processo.....	44
Quadro 10 - Elementos descritos do processo.....	45
Quadro 11 - Plano de Ação.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPMN	Business Process Modeling Notation
ERP	Enterprise Resource Planning (Planejamento de Recursos Empresariais)
KPIs	Indicadores Chave de Desempenho
MES	Manufacturing Execution Systems (Sistema de Execução de Manufatura)
min	Minutos
OPs	Ordens de Produção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
s	Segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	Contextualização.....	16
1.2	Justificativa	16
1.3	Objetivos.....	17
<i>1.3.1</i>	<i>Objetivo Geral</i>	<i>17</i>
<i>1.3.2</i>	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>18</i>
1.4	Estrutura do Trabalho	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	Curva ABC.....	19
2.2	Mapeamento de Processos	21
2.3	Estudo dos Tempos.....	23
2.4	Cronoanálise	24
<i>2.4.1</i>	<i>Número de Ciclos (N_c)</i>	<i>25</i>
<i>2.4.2</i>	<i>Tempo Normal</i>	<i>26</i>
<i>2.4.3</i>	<i>Tempo Padrão</i>	<i>28</i>
2.5	Gráfico Homem-máquina	30
2.6	Ferramenta 5W1H.....	31
3	METODOLOGIA.....	33
3.1	Característica da pesquisa	33
3.2	Etapas da metodologia	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	38
4.1	Caracterização da empresa	38
<i>4.1.1</i>	<i>Produtos</i>	<i>38</i>
<i>4.1.2</i>	<i>Processo Produtivo</i>	<i>38</i>
4.2	Tratamento de dados.....	40
4.3	Classificação ABC	41
4.4	Mapeamento das etapas do processo produtivo	42
4.5	Aplicação da Cronoanálise	45
<i>4.5.1</i>	<i>Tempo médio e amplitude da amostra.....</i>	<i>45</i>
<i>4.5.2</i>	<i>Cálculo do Número de Execuções</i>	<i>46</i>
<i>4.5.3</i>	<i>Cálculo do Tempo Normal</i>	<i>46</i>

4.5.4	<i>Cálculo do Tempo Padrão</i>	47
4.6	Diagrama Homem-Máquina	48
4.7	Sugestões de Melhoria	51
4.8	Plano de Ação	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A carcinicultura tem se consolidado como uma atividade de grande importância econômica e social no estado do Ceará, destacando-se no cenário nacional como uma das principais fontes de geração de emprego e renda em regiões costeiras (Melo; Medeiros, 2020). Dentro dessa cadeia produtiva, a indústria de produção de ração para camarão ocupa posição estratégica, pois é responsável por fornecer suporte nutricional adequado, influenciando diretamente o desempenho zootécnico, a sanidade dos animais e a qualidade do produto final (Costa; Silva, 2022).

A crescente demanda por proteína de origem aquática, tanto no mercado interno quanto no mercado internacional, tem impulsionado a necessidade de melhorias nos processos produtivos das indústrias de ração. A busca por maior eficácia, redução de perdas e elevação da produtividade exige o uso de ferramentas de gestão da produção que favoreçam a competitividade frente a mercados cada vez mais exigentes e globalizados (Santos; Almeida, 2023). Ademais, a adoção de tecnologias emergentes, associadas à automação industrial e ao controle de qualidade, impõe novos desafios à administração das linhas produtivas, o que torna imprescindível a análise sistemática de seus processos (Oliveira; Sousa, 2023).

No contexto macroeconômico, o setor de nutrição animal tem registrado crescimento expressivo. Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal (Sindirações, 2024), a produção brasileira de rações totalizou 62,6 milhões de toneladas entre janeiro e setembro de 2024, representando um aumento de 1,6% em relação ao mesmo período de 2023. As estimativas indicam que, até o final do ano de 2025, a produção deverá atingir 90 milhões de toneladas, consolidando a relevância do setor no fornecimento de insumos essenciais à produção de proteína animal, incluindo a aquicultura. Tal desempenho reafirma a importância de estudos voltados à melhoria contínua dos processos industriais que integram esta cadeia.

1.2 Justificativa

A escolha do tema justifica-se pela necessidade de aprofundar avaliação dos tempos operacionais de linhas produtivas de ração para camarão, especialmente no contexto das

indústrias localizadas no estado do Ceará. O setor apresenta particularidades relacionadas à sazonalidade da produção, às características nutricionais exigidas pela espécie cultivada e às condições ambientais específicas da região Nordeste (Martins; Lima, 2021). Avaliar tecnicamente o desempenho produtivo permite a identificação de gargalos operacionais, bem como a proposição de melhorias sustentáveis e aplicáveis à realidade local.

Do ponto de vista científico, este trabalho contribui para a Engenharia de Produção ao aplicar métodos clássicos de análise de processos, como a Cronoanálise e o diagrama Homem-Máquina. Esses instrumentos permitem mensurar e avaliar a eficiência na utilização dos recursos humanos e tecnológicos, favorecendo decisões com mais fundamento por parte da gestão industrial (Costa; Almeida, 2020).

Sob a ótica prática, os resultados obtidos podem fornecer subsídios para a reestruturação de processos, redução de tempos improdutivo e aumento da produtividade, contribuindo para a sustentabilidade econômica do negócio. Além disso, ao promover melhorias no desempenho industrial, o estudo pode impactar positivamente o desenvolvimento socioeconômico regional, dada a expressiva geração de empregos diretos e indiretos no setor de carcinicultura (Santos; Lima, 2021).

Para alcançar esses objetivos, a pesquisa adotou uma abordagem aplicada, combinando métodos quantitativos e qualitativos, estruturada em seis etapas principais: coleta de dados; aplicação da curva ABC; definição dos componentes da linha produtiva; execução da Cronoanálise; aplicação do diagrama Homem-Máquina; e elaboração de propostas de melhoria baseadas nos resultados obtidos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em analisar o desempenho operacional do processo produtivo de uma linha de ração animal por meio da realização de um estudo de tempos com o intuito de identificar tempos padrão, ociosidades e oportunidades de melhoria no uso dos recursos humanos e tecnológicos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral proposto, estabelecem-se a seguir os objetivos específicos que direcionam este estudo:

- Classificar os elementos mais relevantes do processo segundo critérios de valor e frequência, tendo em vista a definição de prioridades para a gestão operacional.
- Estruturar o fluxo de atividades envolvidas na produção, caracterizando a sequência lógica e funcional das operações.
- Levantar os tempos de execução das tarefas e identificar possíveis perdas associadas ao uso dos recursos humanos e equipamentos.
- Avaliar a relação entre o trabalho executado pelas pessoas e pelas máquinas, observando períodos de espera, simultaneidade e ociosidade.
- Representar a programação temporal das atividades ao longo do turno produtivo, possibilitando a análise de gargalos e sobreposições.
- Propor melhorias através de um plano de ação com enfoque estratégico.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho foi estruturado em cinco capítulos, conforme detalhado a seguir:

Capítulo 1 – Introdução: Apresentou o tema da pesquisa, destacando os problemas acerca da avaliação dos tempos do processo produtivo da linha de ração para camarão, os motivos que justificam o estudo, a hipótese levantada e os objetivos a serem alcançados.

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: Reúne os principais conceitos e referências que sustentam a avaliação dos tempos de produção, com enfoque na mensuração dos tempos operacionais aplicados na linha.

Capítulo 3 – Metodologia: Descreve o tipo de pesquisa realizada, apresenta a caracterização da indústria localizada no estado do Ceará, detalha a linha de produção e expõe os procedimentos adotados para a coleta e análise dos dados referentes ao processo produtivo.

Capítulo 4 – Resultados e Discussões: Apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos tempos de produção da linha produtiva, discute os principais achados e sugere possíveis melhorias para otimização do processo na indústria estudada.

Capítulo 5 – Considerações Finais: Conclui o trabalho com um resumo dos principais resultados e contribuições, ressaltando as implicações do estudo para o aprimoramento do processo produtivo da ração.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica busca apresentar os principais conceitos, teorias e pesquisas existentes voltados à concretização e assertividade do desenvolvimento do estudo. Dentre os conceitos a seguir apresentados, se destacam, curva ABC, mapeamento de processos, estudo dos tempos e Cronoanálise.

2.1 Curva ABC

De acordo com Tubino (2000), a curva ABC é uma técnica utilizada para analisar, verificar e demonstrar quais itens deverão receber maior atenção a partir do seu grau de importância dentro de uma empresa, à vista disso, serão tratados como prioridade, pois apresentam uma demanda valorizada na instituição.

Complementando essa visão, Dias (2010) apresenta que a curva ABC pode ser usada para a administração de estoques, para a definição de políticas, enfatiza sua relevância para vendas, para o estabelecimento de prioridades na programação da produção, e entre outros. Nesse sentido, a curva ABC é amplamente reconhecida por facilitar a classificação dos elementos de estoque segundo seu impacto, contribuindo para a eficiência do controle (Dias, 2010).

Além disso, Moura (2004) caracteriza os grupos da curva ABC com base na quantidade e valor dos itens: o grupo A reúne poucos itens de alto valor, o grupo B contém uma quantidade e valor intermediários, enquanto o grupo C é composto por muitos itens de baixo valor. Essa classificação é fundamental para direcionar esforços e recursos conforme a importância relativa de cada grupo.

Por sua vez, Teixeira (2010) apresenta em sua obra uma estimativa para a distribuição de itens em relação às classes A, B e C. O autor sugere que a classe A compreende entre 10% a 20% do total de itens, a classe B representa 30% do total, enquanto a classe C, abrange de 40% a 50% do total restante. É importante frisar que essa distribuição percentual, embora útil como guia, não é um consenso entre os autores, havendo variações nas proporções sugeridas.

As porcentagens apresentadas por Teixeira (2010) devem ser entendidas como uma aproximação da realidade, um modelo que pode ser adaptado e ajustado de acordo com as particularidades de cada caso. Como pode ser visto, nessa outra forma de representação da Tabela 1 a seguir.

Tabela 1– Representação por classes

Classe	Itens	Representatividade
A	20 ou 30%	70 ou 80%
B	30%	15%
C	50%	5%

Fonte: Santos, Gomes e Vasconcelos (2017).

De acordo com o a Tabela 1 e com seus criadores Santos, Gomes e Vasconcelos (2017), tem-se que:

- Os itens de maior importância, que representam a menor parcela do estoque, são classificados como Classe A. Esses itens, apesar de sua baixa quantidade, demandam atenção especial, controle rigoroso e gestão otimizada.

- Os itens intermediários, com importância moderada, são classificados como Classe B. Esses itens, com quantidade e valor intermediários, exigem um controle equilibrado, com monitoramento regular e rotatividade razoável.

- Os itens de menor importância, que representam a maior parcela do estoque, são classificados como Classe C. Esses itens são em maior quantidade, possuem baixo valor econômico e impacto financeiro. Seu controle pode ser menos rigoroso, pois possui baixa rotatividade.

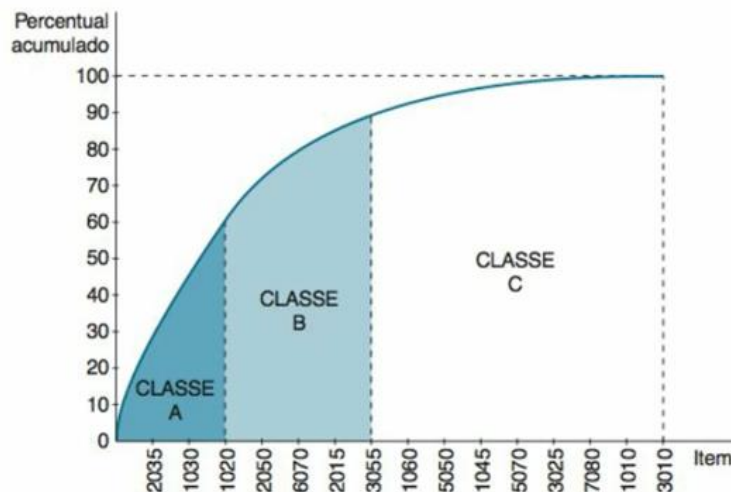
Ainda, Paulo e Martins (2009) demonstram que existem cinco fases que compreendem a construção da curva ABC, onde são elas:

- Ordenar os itens por ordem decrescente do valor consumido durante o período;
- Calcular os percentuais de cada um dos itens em relação ao total;
- Elaboração da tabela mestra;
- Construção do gráfico;
- Interpretação do gráfico em relação aos valores obtidos.

Além disso, para a elaboração do estudo referente à classificação ABC dos itens, Paulo e Martins (2009) apresentam um modelo de tabela que deve conter a relação dos itens analisados, seu consumo durante um período específico, bem como o valor acumulado e a respectiva porcentagem em relação ao total. A partir da análise dessa tabela, observa-se que os três primeiros itens correspondem a 60% dos gastos totais com materiais em estoque no período avaliado, caracterizando-os como pertencentes à classe A. Em seguida, os quatro itens

subsequentes representam aproximadamente 25% dos custos, classificando-se como itens da classe B. Por fim, os oito itens restantes correspondem a 15% dos gastos, sendo considerados itens da classe C. Com a tabela devidamente estruturada, é possível construir o gráfico da curva ABC, que ilustra visualmente a distribuição dos itens conforme sua relevância econômica, conforme exemplificado na Figura 1 a seguir.

Figura 1 – Exemplificação da curva ABC



Fonte: Paulo e Martins (2009)

Segundo Sakuyama e Muniz (2012), a classificação ABC pode ser representada graficamente por uma curva que demonstra a relação entre o consumo e a importância relativa de cada item. Nessa representação, a abscissa (linha horizontal) refere-se à porcentagem acumulada dos itens, enquanto a ordenada (linha vertical) indica o valor consumido por cada um deles. Esse formato de visualização facilita a identificação e a priorização dos elementos que mais impactam o custo total, sendo uma ferramenta útil e versátil. Devido à sua simplicidade e ampla aplicabilidade, essa metodologia pode ser empregada em diferentes contextos organizacionais, como no controle de estoques, na formulação de políticas de vendas e no planejamento logístico da distribuição.

2.2 Mapeamento de Processos

Tolfo, Flora e Fiorenza (2016), defendem que a modelagem de processos de negócios inclui o mapeamento, a análise e a representação dos processos, com o objetivo de formalizá-los, melhorá-los, comunicá-los e gerenciá-los. De acordo com Aganette (2020), a modelagem de processos abrange várias etapas além da representação dos processos,

incorporando elementos como definição de requisitos, metadados, indexadores, tipos documentais, templates, papéis e responsabilidades. Portanto, o mapeamento de processos é uma etapa específica dentro da modelagem de processos, atuando como uma fase de representação visual dos processos.

Segundo Rodrigues (2014), o mapeamento de processos é realizado por meio de uma análise em um contexto limitado, onde processos individuais são examinados em conjunto com os inputs que os alimentam, as transformações que ocorrem durante o processo e os resultados finais que são gerados.

Assim como, de acordo com Araujo, Garcia e Martines (2011), o mapeamento de processos é uma ferramenta que permite uma análise minuciosa dos fluxos operacionais. Essa técnica de representação fornece uma visão clara das atividades realizadas, dos departamentos participantes e dos profissionais responsáveis por cada fase, além de destacar as interconexões entre os diversos processos implementados. Ao descrever as atividades em termos de entradas, saídas e ações, o mapeamento de processos oferece várias vantagens para as organizações, como a detecção de áreas que precisam de aprimoramento e padronização de procedimentos.

Segundo Recker et al. (2006), o aumento do interesse por uma abordagem mais estruturada na gestão de processos de negócios tem impulsionado diversas organizações a realizarem investimentos expressivos em projetos voltados à modelagem de processos. Como consequência desse avanço, surgiu a notação *Business Process Modeling Notation* (BPMN), que vem sendo proposta como um padrão industrial para a representação gráfica de processos. Nos últimos anos, o BPMN consolidou-se como uma técnica amplamente adotada para a modelagem de processos organizacionais (White, 2004).

Bem como, na opinião de Mello (2011), utilizar o mapeamento como ferramenta de melhoria, quando aplicada de forma correta, permite documentar todos os elementos que compõem um processo e corrigir qualquer um desses elementos que estejam com inconsistências, sendo uma ferramenta que ajuda na detecção das atividades que não agregam valor.

Em outras palavras, Biazzo (2000) acrescenta que o mapeamento de processos envolve a criação de um diagrama que destaca visualmente a relação entre as atividades, as pessoas, as informações e os recursos envolvidos. Essa abordagem é baseada em uma estratégia para a reestruturação das ações organizacionais e possui um foco específico na análise. De acordo com o autor, o mapeamento de processos é composto pelas seguintes etapas detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas do Mapeamento de Processos

ETAPAS DO MAPEAMENTO DE PROCESSOS
Definição das fronteiras e dos clientes do processo, dos principais inputs e outputs e dos atores envolvidos no fluxo de trabalho.
Entrevistas com os responsáveis pelas várias atividades dentro do processo e estudo dos documentos disponíveis.
Criação de um modelo com base na informação adquirida e revisão passo a passo do modelo seguindo a lógica do ciclo de “ <i>author-reader</i> ”.

Fonte: Adaptado de Biazzo (2000).

Dessa maneira, conforme destaca Harrington (1991), tanto o mapeamento quanto a gestão de processos são instrumentos fundamentais para que as organizações atinjam seus objetivos de forma eficiente, garantindo que suas operações estejam em sintonia com as exigências e tendências do mercado. Além disso, o mapeamento de processos desempenha um papel fundamental dentro da Cronoanálise, pois possibilita uma organização clara e estruturada das atividades antes da medição dos tempos.

2.3 Estudo dos Tempos

De acordo com Taylor (1990), em sua obra, a administração científica é um elemento essencial para o aumento da produtividade e da eficiência organizacional, enfatizando o conceito de prosperidade no sentido amplo em vez de apenas produtividade. Sua abordagem vai além da otimização de processos, redução de custos e aumento da lucratividade, beneficiando diretamente as empresas que a adotam. Do ponto de vista dos trabalhadores, o estudo dos métodos contribui para a qualificação técnica das atividades, agregando valor ao trabalho. Assim, Taylor defende um modelo de gestão que favorece tanto empregadores quanto empregados, promovendo uma relação de benefícios mútuos sem gerar conflitos de interesse.

Segundo Barnes (1977), o estudo de movimentos e tempos representa o método mais exato disponível para a mensuração dos resultados obtidos por meio do trabalho. Por sua vez, Silva e Coimbra (1980), conceituam o estudo de tempos como um processo destinado a estabelecer a duração necessária para a realização de tarefas que envolvem atividade humana, considerando condições previamente definidas como padrão de medição.

2.4 Cronoanálise

A partir dos fundamentos vistos no tópico anterior de estudo dos tempos, Cronoanálise surge como uma das ferramentas práticas mais utilizadas dentro do estudo de tempos, voltada para a avaliação detalhada das atividades desenvolvidas nos ambientes produtivos. Essa técnica consiste na observação e registro sistemático do tempo gasto para a execução de operações, com o objetivo de estabelecer padrões de desempenho e promover a melhoria contínua dos processos (Moreira, 2015).

Ela é uma técnica amplamente utilizada para determinar os tempos necessários à execução das atividades que compõem um processo produtivo. Quando aplicada de forma sistemática, permite uma compreensão detalhada da dinâmica operacional, integrando-se a estudos mais amplos de racionalização do trabalho. Metodologicamente, sua execução exige o uso de instrumentos específicos para garantir precisão na coleta e no registro dos dados, como cronômetros com marcação em horas centesimais, recursos audiovisuais, fichas de observação e pranchetas destinadas à anotação ordenada das atividades observadas (Felippe et al., 2012).

Silva e Coimbra (1980) apresentam diferentes métodos que podem ser empregados para determinar os tempos de operação de uma máquina. Entre eles, destacam-se:

- a) Os tempos históricos, estimados ou calculados com base em registros anteriores ou projeções;
- b) A cronometragem, também conhecida como estudo de tempos, que consiste na medição direta da duração das operações;
- c) A utilização de dados-padrão previamente estabelecidos; e
- d) Os tempos predeterminados ou sintéticos, obtidos por meio de sistemas que definem tempos baseados em movimentos elementares.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos por meio da Cronoanálise constitui um recurso eficaz para mensurar, controlar e demonstrar estatisticamente o desempenho de uma tarefa, por meio do cálculo do tempo necessário para sua execução. A cronometragem dessas atividades tem como objetivo principal a identificação e eliminação de períodos de ociosidade, bem como a redução do esforço físico excessivo dos operadores, contribuindo assim para a racionalização do trabalho e a otimização da produção.

Nesse contexto, os estudos de tempos, movimentos e métodos de trabalho mantêm-se como elementos fundamentais na definição da produtividade (Tubino, 2014; Slack et al., 2016). Ressalta-se, ainda, a importância de que o desempenho do colaborador seja avaliado

com base na capacidade de executar fielmente os procedimentos previamente estabelecidos, garantindo a padronização e a eficiência dos processos (Gil, 2019).

2.4.1 Número de Ciclos (N_c)

Existem diversos métodos disponíveis para definir a quantidade de ciclos que devem ser cronometrados em um estudo de tempos. Contudo, para que essa definição seja adequada, é imprescindível realizar, inicialmente, a observação direta e o registro dos tempos utilizados pelo operador durante a execução da atividade. Esse procedimento é feito por meio de tomadas de tempo, as quais, devem compreender entre cinco e sete cronometragens, a fim de garantir a representatividade e a confiabilidade dos dados coletados (Peinado e Graeml, 2007).

Segundo Fullmann (1975), a quantidade de ciclos necessários para a observação de uma tarefa está diretamente relacionada à magnitude das variações presentes nos tempos dos diferentes elementos que compõem a atividade. O autor ainda destaca que o número de ciclos a serem cronometrados depende do nível de precisão que se pretende alcançar. Nesse sentido, quanto maior for o número de operadores realizando a mesma tarefa, mais elevado será o grau de exatidão exigido, o que, por consequência, demanda um maior número de ciclos para garantir a representatividade dos dados obtidos.

Conforme apontam Peinado e Graeml (2007), a definição da quantidade adequada de observações necessárias para assegurar a confiabilidade estatística das amostras requer a aplicação de um cálculo específico. Tal procedimento permite estimar o número mínimo de ciclos que devem ser cronometrados para garantir a representatividade dos dados. Esse cálculo é efetuado por meio da Equação 1 referente à determinação dos ciclos a serem cronometrados cujos coeficientes estatísticos mais frequentemente utilizados, Z e d_2 , estão apresentados no Quadro 2 e Quadro 3, respectivamente.

$$N = \left(\frac{Z * R}{Er * d_2 * \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

N = número de ciclos a serem cronometrados.

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada.

R = amplitude da amostra.

Er = erro relativo da medida.

d_2 = desvio padrão da amostra.

\bar{x} = média dos valores das observações.

Quadro 2– Coeficientes de distribuição normal

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

Quadro 3 – Coeficiente de desvio padrão em função do número de cronometragens iniciais

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d_2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Adaptado de Peinado e Graeml (2007).

De acordo com Barnes (1980), a seleção do nível de confiança, geralmente fixado em 95% ou 99%, deve ser coerente com as implicações das decisões derivadas da análise. Por exemplo, em contextos de produção crítica, um nível de confiança de 99% pode ser preferido para minimizar riscos associados. O Er deve refletir a tolerância aceitável para desvios nos resultados obtidos. Em aplicações industriais, os valores típicos de Er variam entre 2% e 5%, dependendo da complexidade do processo em questão. O d_2 pode ser inicialmente estimado com base em estudos preliminares, utilizando-se a quantidade de amostras adotadas para os cálculos ou dados históricos disponíveis (Barnes, 1980).

Esses parâmetros são essenciais para a correta determinação do tempo normal, tópico que será abordado posteriormente, pois o cálculo desse tempo depende diretamente da confiabilidade das medições e da precisão estatística obtida durante a cronometragem das atividades. Assim, a escolha adequada do nível de confiança e do erro relativo impacta diretamente na definição do tempo normal.

2.4.2 Tempo Normal

Segundo Barnes (1977), o tempo normal é definido como o período necessário para que um operador qualificado e experiente, operando em um ritmo padrão, complete um ciclo de operação sob condições cronometradas.

Peinado e Graeml (2007) propõem que o tempo normal seja entendido como um parâmetro temporal ótimo, no qual um trabalhador completa uma tarefa em um ritmo equilibrado, evitando tanto a precipitação quanto a ineficiência, sob condições operacionais

padrão. Esse conceito é crucial para a avaliação dos tempos de produção no quesito produtividade, pois permite calcular o tempo necessário com base em medições cronometradas ajustadas pelo fator de ritmo. A fórmula adotada pelos autores para determinar o tempo normal incorpora uma série de variáveis que garantem uma avaliação equitativa e rigorosa do desempenho dos trabalhadores, proporcionando uma base sólida para a implementação de melhorias contínuas no processo produtivo. O tempo normal pode então ser calculado através da Equação 2:

$$TN = TC \times FE \quad (2)$$

Na Equação 2, TN representa o tempo normal, TC é a média dos valores amostrais, e FE é a relação entre a habilidade e a força do funcionário, baseada em valores tabelados que serão detalhados posteriormente. Esses valores podem ser classificados de maneira subjetiva pelo observador responsável pela cronometragem, com base nas observações realizadas durante as análises. Ainda, Peinado e Graeml (2007), falam que a inclusão desses parâmetros é fundamental para assegurar que a avaliação seja realizada de forma realista, proporcionando uma base confiável para a interpretação dos dados.

Conforme Toledo Junior e Kiratomi (1997), o desempenho de ritmo é um sistema de avaliação que se concentra em um único fator: a velocidade do operador, expressa em termos de ritmo ou tempo, geralmente quantificado em porcentagem, pontos por hora ou outras unidades de medida. Essa abordagem compara a velocidade do operador com o ritmo considerado normal.

O Quadro 4 fornece uma descrição detalhada das faixas de eficiência, que são utilizadas para avaliar o ritmo do operador com base na habilidade e no esforço empregados durante a execução da operação. Ele classifica os níveis de habilidade e esforço dos operadores no ambiente de trabalho, estabelecendo critérios objetivos para avaliação do desempenho individual. Em relação à habilidade, os níveis variam de "fraca" a "superior", considerando aspectos como adaptação ao trabalho, precisão dos movimentos, constância no ritmo e ausência de erros. Já quanto ao esforço, a escala vai de "fraco" a "excessivo", levando em conta o interesse pelo trabalho, a utilização de métodos adequados, a constância e a confiança na execução das tarefas.

Essa classificação é fundamental para a análise de tempos e movimentos, pois permite identificar padrões de desempenho e orientar intervenções para aprimoramento da

eficiência operacional. A distinção entre os diferentes níveis facilita a padronização dos procedimentos e contribui para a definição de parâmetros de produtividade (Barnes, 1980).

Quadro 4 – Classificação Habilidade x Esforço

HABILIDADE	ESFORÇO
FRACA Não adaptado ao trabalho, comete erros e seus movimentos são inseguros.	FRACO Falta de interesse ao trabalho e utiliza métodos inadequados.
REGULAR Adaptado relativamente ao trabalho comete menos erros e seus movimentos são quase inseguros	REGULAR As mesmas tendências, porém com menos intensidades.
NORMAL Trabalha com uma exatidão satisfatória, o ritmo se mantém razoavelmente constante	NORMAL Trabalha com constância e se esforça satisfatoriamente.
BOA Tem confiança em si mesmo, ritmo constante, com raras hesitações.	BOM Trabalha com constância e confiança, muito pouco ou nenhum tempo perdido.
EXCELENTE Precisão nos movimentos, nenhuma hesitação e ausência de erros.	EXCELENTE Trabalha com rapidez e com movimentos precisos.
SUPERIOR Movimentos sempre iguais, mecânicos, comparáveis ao de uma máquina.	EXCESSIVO Se lança numa marcha impossível de manter. Não serve para estudos de tempos.

Fonte: Toledo Jr.; Kiratomi (1997).

A forma como Barnes (1980) e Niebel (2008) apresentam a representação dos dados é amplamente reconhecida na literatura para a avaliação do desempenho dos colaboradores, considerando aspectos como habilidade e esforço. Esses elementos serão fundamentais para a realização dos cálculos neste trabalho. Essa avaliação detalhada possibilita a correta definição do Tempo Padrão, que será abordado no próximo tópico, pois o cálculo desse tempo depende diretamente da análise do desempenho do operador em condições normais de trabalho. Dessa maneira, a mensuração adequada da habilidade e do esforço contribui para estabelecer parâmetros confiáveis que impactam a eficiência e a produtividade dos processos produtivos.

2.4.3 Tempo Padrão

Após a definição do tempo normal de execução de uma atividade, torna-se necessário considerar que, durante a jornada de trabalho, os colaboradores estão sujeitos a interrupções, sejam por motivos pessoais ou por fatores externos. Nesse sentido, Peinado e Graeml (2007) ressaltam que o cálculo do tempo padrão é uma etapa fundamental para mitigar os impactos desses períodos de inatividade, garantindo maior precisão na medição do desempenho produtivo.

Esse tempo padrão é obtido por meio da aplicação de um fator de tolerância, o qual leva em conta pausas previamente autorizadas pela empresa, além de condições fisiológicas e necessidades eventuais dos trabalhadores (Martins; Laugeni, 2015). Dessa forma, o tempo padrão corresponde ao intervalo necessário para que um colaborador qualificado realize determinada tarefa em ritmo constante, sem ser submetido a pressões indevidas nem a períodos de ociosidade excessiva.

As tolerâncias são empregadas para atender às necessidades individuais dos trabalhadores e mitigar a fadiga associada à natureza da atividade laboral. De acordo com Peinado e Graeml (2007), frequentemente essa tolerância é calculada com base no tempo que a empresa está disposta a conceder aos empregados para esses fins. Além disso, Martins e Laugeni (2015) destacam que a fadiga é influenciada pelas condições de trabalho, e para um regime de trabalho de oito horas, é considerada aceitável uma tolerância de 10 a 25 minutos por turno. Portanto, a fórmula do tempo de tolerância (FT) é expressa pela Equação 3, onde "p" representa a proporção entre o tempo permissivo e o tempo de trabalho efetivo.

$$FT = \frac{1}{(1-p)} \quad (3)$$

Uma variedade de fatores, incluindo condições climáticas, exigências posturais e intensidade do esforço físico, exercem uma influência significativa sobre as tolerâncias no ambiente de trabalho. Niebel e Freivalds (2008) propõem uma abordagem mais avançada e adaptada aos contextos industriais contemporâneos, permitindo uma análise mais refinada e contextualizada das condições de trabalho. Segundo esses autores, as taxas de tolerância mais apropriadas são definidas por valores específicos, que refletem as condições particulares do trabalho:

- Necessidades pessoais: uma margem de 5% é recomendada.
- Fadiga básica: uma tolerância de 4% é sugerida para compensar o desgaste físico e mental associado ao trabalho.
- Posição anormal de trabalho: varia entre 2% e 7%, dependendo da natureza da postura adotada, como curvado, deitado ou esticado.
- Uso de força muscular: para esforços que variam de 5 a 70 libras, as tolerâncias podem chegar a 0-22%, indicando a importância de considerar a intensidade do esforço físico na avaliação do desempenho.

- Iluminação e nível de ruído: ambas as condições podem exigir tolerâncias de 2% a 5%, devido ao impacto na percepção e no desempenho dos trabalhadores.
- Monotonia: uma margem de 0 a 4%.

Após descobrir o valor de FT, torna-se, então, saber o valor do Tempo padrão. Conforme Peinado e Graeml (2007), para obter o tempo padrão multiplica-se o tempo normal (TN) pelo fator de tolerância (FT). Logo, a Equação 4 do tempo padrão fica então representada como:

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

2.5 Gráfico Homem-máquina

Em um contexto produtivo, a representação gráfica dos processos através de fluxogramas pode ser insuficiente para otimizar a eficiência operacional, conforme destacado por Barnes (1977). Nesses casos, é benéfico decompor o processo em uma série de operações temporais, especialmente quando o operador e a máquina trabalham de forma intermitente. Isso permite a identificação e eliminação de tempos ociosos, essenciais para maximizar a produtividade.

Além disso, é fundamental que os equipamentos operem próximos de sua capacidade ideal, visto que os custos associados à inatividade costumam se equiparar àqueles gerados durante a operação contínua (Tubino, 2014). Para alcançar tal eficiência, recorre-se à aplicação do diagrama Homem-máquina, instrumento que permite a representação gráfica da relação entre o tempo de trabalho do operador e o tempo de funcionamento da máquina, possibilitando a identificação de períodos ociosos e o melhor balanceamento das atividades (Martins; Laugeni, 2015).

Conforme Moreira (2009), o diagrama Homem-máquina consiste em uma ferramenta gráfica que representa a interação entre um ou mais operadores e as máquinas durante a execução de um processo produtivo. Essa representação visual possibilita a análise detalhada das diferentes fases do processo, proporcionando uma visão integrada do funcionamento do sistema produtivo. Por meio desse recurso, os gestores podem identificar possíveis melhorias na coordenação entre as atividades humanas e o uso dos equipamentos, otimizando a eficiência operacional. O diagrama é construído com base no modelo

exemplificado no Quadro 5, que ilustra a aplicação prática dessa ferramenta na análise dos processos.

O diagrama Homem-máquina é uma ferramenta essencial para a representação visual dos tempos de operação e inatividade dos agentes envolvidos no processo produtivo, permitindo a identificação clara de períodos de ociosidade. Essa visualização facilita a detecção de oportunidades para a redução desses intervalos, o que contribui diretamente para a diminuição das perdas de tempo e dos custos financeiros associados, promovendo, assim, um aumento significativo na eficiência do sistema produtivo. Estudos aplicados em indústrias demonstram que a utilização do diagrama Homem-máquina pode resultar em ganhos expressivos na produtividade, por meio da otimização das atividades executadas pelos operadores e do melhor aproveitamento dos equipamentos (Univates, 2020).

Quadro 5 – Ilustração do Gráfico Homem-máquina

Homem		Máquina	
OPERADOR	Tempo (s)	MÁQUINA X	Tempo (s)
Atividade 1	2s	Atividade 1	5s
Atividade 2	3s	Atividade 2	10s

Legenda	Em espera	Trabalhando

Fonte: Adaptado de Martins e Laugeni (2015).

2.6 Ferramenta 5W1H

A ferramenta 5W1H constitui um recurso gerencial que permite estruturar e organizar a execução de ações de forma objetiva e sistemática, assegurando que todas as atividades sejam planejadas com clareza e propósito definido (Lenzi; Kiesel; Zucco, 2010). Segundo Ferreira, Oliveira e Garcia (2014), tanto a 5W2H quanto a 5W1H compartilham os mesmos fundamentos conceituais e metodológicos, sendo aplicadas de maneira semelhante. A principal distinção entre elas é que, no modelo 5W1H, a variável "*How much*" (custo) não é considerada.

Conforme destaca Campos (2004), o método consiste na elaboração de um quadro organizacional que responde às questões *What, When, Who, Where, Why* e *How*, representadas pela sigla 5W1H. Essas perguntas visam esclarecer, respectivamente, o que será feito, quando será executado, quem será o responsável, onde ocorrerá, por que é necessário e como será

realizado, tornando o processo de tomada de decisão mais eficaz. No Quadro 6 especifica-se detalhadamente o que cada pergunta busca responder.

Quadro 6 – Explicação da ferramenta 5W1H

WHAT	O quê?	A primeira pergunta determina que ação será realizada e deve especificar as ações propostas para atingir a meta.
WHEN	Quando?	Esta questão define o prazo para a ação. É importante definir claramente as datas de início e término.
WHO	Quem?	Esta etapa determina quem é responsável por realizar a operação.
WHERE	Onde?	Esta pergunta determina onde a ação ocorre
WHY	Por quê?	O objetivo desta pergunta é determinar a razão ou justificativa para a ação proposta.
HOW	Como?	A última questão define os detalhes de como realizar a operação, incluindo os recursos a serem utilizados

Fonte: Adaptado de Campos (2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Característica da pesquisa

Conforme exposto por Fonseca (2002), a pesquisa configura-se como um meio para aproximar-se e compreender a realidade que se pretende investigar, caracterizando-se como um processo contínuo e inacabado. Esse processo ocorre por meio de aproximações sucessivas à realidade, as quais fornecem bases para intervenções fundamentadas no contexto estudado. O autor destaca que a pesquisa científica resulta de um exame detalhado e sistemático, cujo propósito é solucionar um problema específico, utilizando-se de procedimentos rigorosos e metodologicamente estruturados.

A definição do método de pesquisa, nesse contexto, representa uma etapa essencial para o delineamento do estudo, devendo ser orientada pelas especificidades do objeto investigado, pelos objetivos propostos e pela natureza dos dados a serem analisados. A depender dessas variáveis, torna-se viável a adoção de diferentes estratégias metodológicas, como abordagens qualitativas, quantitativas ou até mesmo a combinação de ambas, possibilitando maior profundidade na interpretação dos resultados (Gil, 2019).

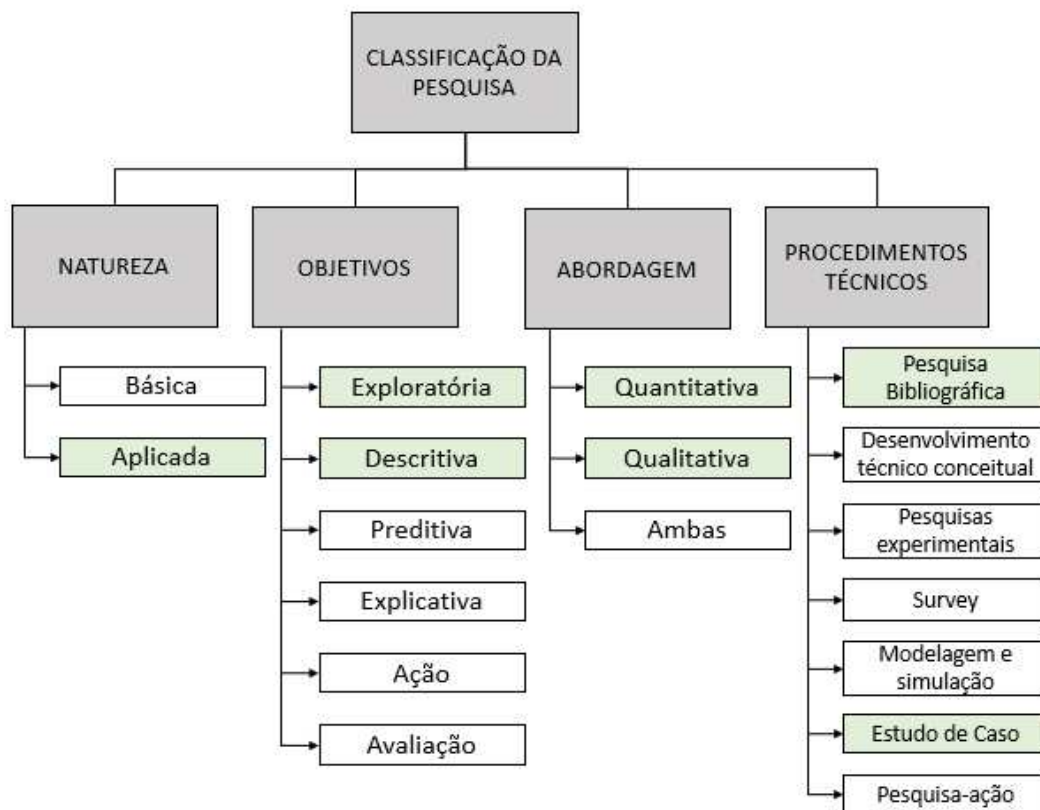
Dessa forma, ao abordar a pesquisa enquanto procedimento metodológico, torna-se necessário situá-la dentro do conjunto de possibilidades epistemológicas e técnicas que a caracterizam. Com o intuito de facilitar a compreensão das diversas vertentes que uma investigação científica pode assumir, apresenta-se a seguir na Figura 2 um esquema das principais abordagens disponíveis.

Assim sendo, no que se refere à sua natureza, este estudo classifica-se como uma pesquisa aplicada, uma vez que envolveu a realização de visitas técnicas à empresa objeto da investigação, com a finalidade de coletar dados diretamente no ambiente organizacional, visando à solução de problemas concretos. De acordo com Silva e Menezes (2005), a pesquisa aplicada tem como propósito fundamental a produção de conhecimentos voltados à utilização prática, direcionados à solução de questões específicas identificadas no contexto estudado.

Quanto aos objetivos, o estudo é caracterizado como exploratório, tendo em vista a necessidade de realizar um levantamento bibliográfico detalhado e a condução de entrevistas com o engenheiro de produção e encarregados da produção da organização. Além disso, a pesquisa também se enquadra na categoria descritiva, pois foram empregadas técnicas sistematizadas para a coleta de dados, complementadas por observações metódicas dos processos analisados. Conforme Gil (2019), a pesquisa exploratória visa ampliar o

conhecimento sobre o problema investigado, tornando-o mais claro e compreensível. Já Triviños (1987), define a pesquisa descritiva como aquela que busca registrar e detalhar os fatos e fenômenos que ocorrem em uma determinada situação ou contexto.

Figura 2 - Caracterização da Pesquisa



Fonte: Autor (2025).

Além disso, é apresentada uma abordagem tanto qualitativa, quanto quantitativa, na análise de tempos do processo produtivo. Silva e Simon (2005), destacam que a metodologia quantitativa é mais apropriada para investigações que envolvem problemas claramente delimitados e fundamentados em teorias já estabelecidas. Por outro lado, a abordagem qualitativa é recomendada para o estudo de questões novas, que requerem uma análise detalhada e baseada na experiência direta com a realidade investigada.

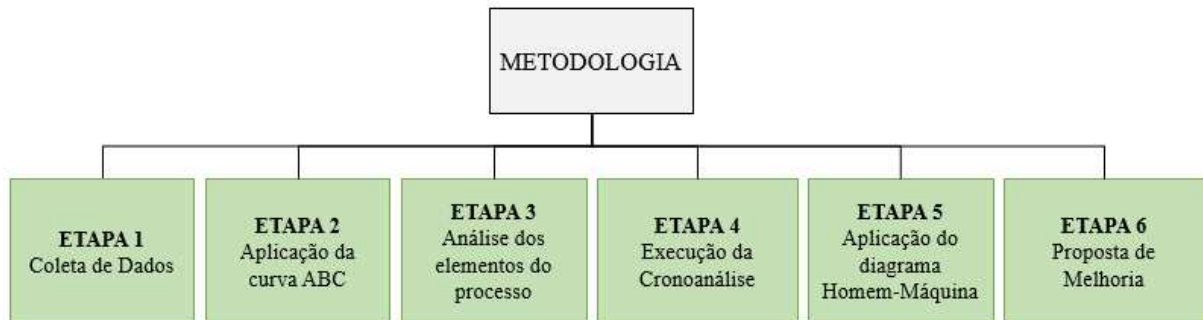
Com relação aos procedimentos técnicos, este trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, pois investiga uma situação específica inserida em um contexto real, sem delimitações definidas (Yin, 2001). Os resultados obtidos por meio dessa abordagem visam fornecer subsídios que possam ser aplicados a outras organizações do mesmo setor. Previamente à elaboração do estudo de caso, realizou-se um levantamento bibliográfico, com o

propósito de fundamentar teoricamente os conceitos que foram aplicados na pesquisa de forma mais consistente e precisa.

3.2 Etapas da metodologia

A fim de alcançar os objetivos propostos neste estudo, delineou-se uma metodologia estruturada em etapas sequenciais e interdependentes, que orientaram a condução da pesquisa desde a coleta de dados até a proposição de melhorias. A seguir, detalham-se as etapas metodológicas adotadas, considerando a especificidade do processo produtivo analisado e a natureza dos instrumentos aplicados, seguindo o roteiro mostrado na Figura 3.

Figura 3 - Etapas da metodologia



Fonte: Autor (2025)

ETAPA 1 – Coleta de Dados: A coleta de dados desta pesquisa foi realizada em duas etapas complementares. Primeiramente, conduziu-se uma pesquisa de campo associada à observação direta do funcionamento da fábrica de rações, o que possibilitou uma compreensão inicial dos processos produtivos e da diversidade de produtos fabricados. A partir dessa observação, identificou-se a necessidade de delimitar o objeto de estudo, considerando que a empresa opera com um portfólio variado de rações. Com base nessa constatação, foram analisados os dados de vendas anuais da empresa, o que permitiu selecionar, de forma criteriosa, a linha de rações peletizadas para camarão como foco da investigação. Essa escolha se justifica pelo elevado volume de produção e comercialização associado a essa linha, além de sua expressiva representatividade no mercado, sendo reconhecida como uma das mais consolidadas da empresa. Na segunda etapa, foram feitas as visitas presenciais à linha de produção, onde eram coletados os tempos de execução das atividades dos operadores, referentes a cada etapa do processo de produção. O objetivo foi registrar e analisar os tempos de execução das atividades para o estudo dos tempos e identificar pontos críticos que impactam na eficiência produtiva.

ETAPA 2 – Aplicação da curva ABC: A classificação ABC foi aplicada na linha de rações peletizadas para camarão após o levantamento dos dados, onde os itens foram classificados com base no seu valor de venda. Tal ferramenta possibilitou enxergar quais produtos geram mais receita para a empresa pelo seu volume de vendas e, dessa forma, definir qual produto da linha de camarão seria o mais relevante para realização do estudo de Cronoanálise. Tendo em vista que o processo produtivo dessa linha é extenso e que as etapas de produção desses produtos são similares ou iguais.

ETAPA 3 – Análise dos elementos do processo em estudo: A análise dos elementos do processo produtivo em estudo foi elaborada por meio do mapeamento de processos, através de uma análise sistemática, em que todas as partes se influenciam mutuamente, entendendo como as atividades são realizadas, quem as realiza, e quais são os recursos, entradas e saídas envolvidos. O mapeamento permite visualizar o fluxo de trabalho de forma clara e organizada para aplicação do estudo dos tempos.

ETAPA 4 – Execução da Cronoanálise: Para execução da Cronoanálise, os dados coletados foram examinados com base nos seguintes critérios:

- Determinar o número de ciclos a serem cronometrados;
- Avaliar o ritmo do operador e descobrir o tempo normal;
- Determinar o fator de tolerância;
- Determinar o tempo padrão para a operação.

ETAPA 5 – Aplicação do diagrama Homem-Máquina: Durante um ciclo completo de produção é observado e analisado a sequência de ações do operador (homem) e da máquina, junto com a medição dos tempos das atividades, levando em consideração o tempo em que a máquina está atuando e o tempo em que o homem assume. Com essas informações, é feita uma tabela com os registros descritos, e com base nessa tabela é construído um gráfico de barras horizontais (linha do tempo) com duas faixas, uma para o homem, e outra para a máquina, tendo indicações visuais de quando cada um ficou ativo ou ocioso. Dessa forma, é construído o diagrama Homem-Máquina e, então, pode-se fazer as análises de tempos ociosos, desbalanceamento de trabalho e identificar pontos de melhoria existentes dentro do processo.

ETAPA 6 – Proposta de Melhoria: Após a realização de uma análise criteriosa das informações obtidas, elaborou-se um plano de ação com enfoque estratégico, direcionado à mitigação dos fatores que comprometem a eficiência do processo produtivo. Com base na identificação dos principais gargalos operacionais, foram definidas intervenções pontuais voltadas à otimização progressiva das etapas envolvidas na produção, com o propósito de elevar

o desempenho e maximizar a produtividade. Com o objetivo de assegurar a efetividade dessas intervenções, adotou-se a aplicação do método 5W1H, ferramenta que proporciona clareza e objetividade na estruturação das ações a serem executadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da empresa

A empresa trabalhada foi fundada em 1989, é especializada em pesquisar, produzir e ofertar soluções e produtos nutricionais para produtores de carnes de frango, suínos, bovinos, peixes, camarões, além de leite e ovos. A empresa também atua em outros segmentos como animais de companhia (pet), cavalos, peixes ornamentais e, ainda, como fornecedora de matérias primas e aditivos para a indústria de nutrição animal. O empreendimento formou, desde então, com seus mais de 600 colaboradores e 100 representantes comerciais, uma rede de apoio para produtores e criadores de animais em todo o Brasil, trazendo novos conceitos para os mercados de aves e suínos, nutrição de alta energia e sob medida e uma plataforma de serviços estruturada.

4.1.1 Produtos

Os produtos manufaturados em Eusébio-CE, unidade estudada, são as diversas rações possíveis de serem produzidos nas máquinas peletizadoras, nas máquinas extrusoras e nas máquinas das linhas de premix e núcleo, tendo como destaque na peletizadora e na extrusora as rações de aves, peixes e camarões, e no premix e núcleo, os suínos e ruminantes de leite e de corte.

Na empresa existe uma variação de 198 produtos para alimentação animal, além de matérias primas que são vendidas como produto para clientes interessados e, ainda, serviços de consultoria e treinamento que são ofertados para ajudar no desenvolvimento pessoal e do negócio dos produtores. A organização em questão utiliza nas linhas de seus produtos uma variedade de cores com diferentes possibilidades de identificação em suas embalagens, essas opções foram desenvolvidas para uma melhor organização no momento do consumo, proporcionando visualização ágil tanto para o controle de estoque como para o fluxo de uso no dia a dia das pessoas que alimentam os animais.

4.1.2 Processo Produtivo

O processo produtivo em análise é gerenciado por meio de um sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*, ou Planejamento de Recursos Empresariais). Por meio de

consulta realizada com o programador responsável, gestor direto da área, foram identificadas as principais rotinas presentes no processo produtivo da empresa. Para representar o fluxo resumido das atividades e informações, a organização utiliza a notação BPMN, que permite a modelagem clara e padronizada dos processos.

O início das atividades se dá através do processo produtivo puxado, no qual é realizado através da solicitação do cliente, por meio do seu representante comercial mais próximo, para ser atendido dentro do lead time específico do produto. Entretanto, devido a possíveis imprevistos de manutenção e fatores externos, a empresa opta por ter um pequeno estoque de segurança dos principais produtos para que em situações de necessidade sejam cumpridos os embarques diários.

Em relação a divisão da produção, a empresa estudada trabalha com um processo de produção discreto em lotes devido aos diferentes tipos de rações produzidas, assim a fabricação acontece por meio de batidas que juntas compõem o lote completo, tendo como característica o uso de equipamentos e instalações comuns para os diferentes lotes. Porém, a empresa também utiliza do processo de produção sob encomenda, onde são feitos os produtos medicados farelados, nesse processo existe um baixo volume de produção, uma alta variabilidade e um fluxo de trabalho flexível, adaptando-se às necessidades de cada cliente.

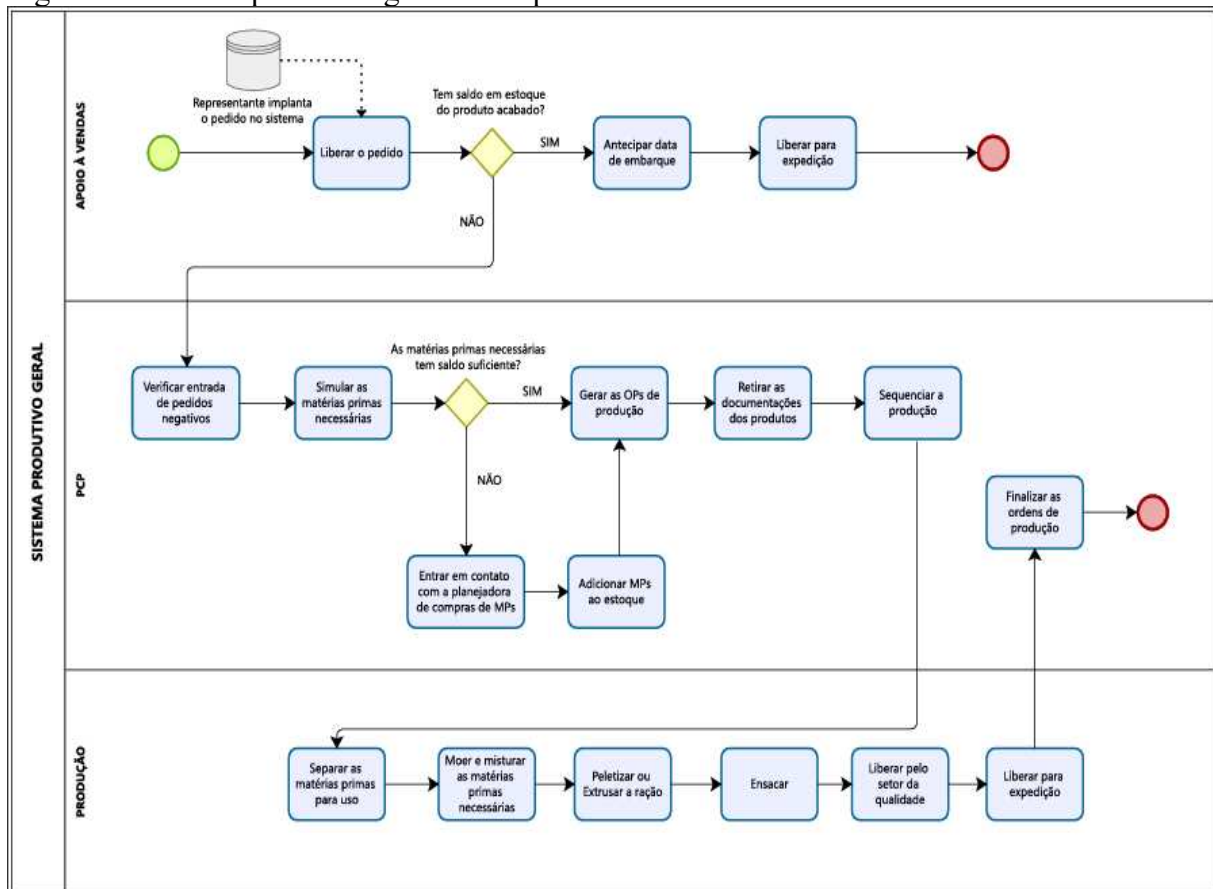
O sistema produtivo da indústria inicia-se com o registro do pedido de venda no sistema. Caso exista produto acabado em estoque, o pedido é imediatamente liberado para expedição. Na ausência de estoque, o processo segue para o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), que verifica a disponibilidade das matérias-primas e simula as necessidades de produção.

Se os insumos estiverem disponíveis, são geradas as Ordens de Produção (OPs), retiradas as documentações técnicas e a produção é sequenciada. Quando há falta de materiais, o PCP aciona a área de compras e, após o recebimento, os insumos são adicionados ao estoque, permitindo a continuidade do planejamento da produção.

A etapa produtiva envolve a separação das matérias-primas, moagem, mistura e posterior pelletização ou extrusão. Em seguida, o produto é ensacado, avaliado pelo setor de qualidade e, uma vez aprovado, liberado para expedição. Por fim, as ordens de produção são encerradas no sistema, concluindo o ciclo produtivo. Esse fluxo evidencia a integração entre setores e a importância do controle eficiente dos recursos para garantir produtividade, qualidade e atendimento da demanda.

Segue abaixo, demonstrado na Figura 4, o mapeamento das atividades do sistema produtivo puxado da empresa descrito anteriormente.

Figura 4 - Sistema produtivo geral da empresa



Fonte: Autor (2025)

4.2 Tratamento de dados

Como mencionado, o primeiro passo da coleta de dados foi a busca pelas informações dos resultados de venda dos últimos doze meses da empresa, para que se tivesse o histórico do volume de vendas de cada produto que fazia parte da linha de rações de camarão. Tais dados foram possíveis de serem reunidos com o auxílio de um software ERP no qual a instituição estudada faz uso, junto com uma planilha Excel, utilizada pelo setor de PCP, que reúne informações de venda mensalmente registradas pelo sistema. Assim sendo, os dados dos 12 meses do ano de 2024 foram analisados e, para que se tivesse uma maior precisão dos números, foram definidos para aplicação no trabalho os últimos 3 meses do ano de 2024, de outubro à dezembro, pois existia-se uma maior confiabilidade para esses meses. Segue as informações de venda e do peso médio de venda por kg dos produtos no Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Relação de produtos por quantidade e valor vendido

PRODUTO	Descrição / Nº-Nome	Linha	Vendas	Vendas	Vendas	Média Móvel (3 meses)	Preço médio kg (R\$)
			(kg) out/24	(kg) nov/24	(kg) dez/24		
89521-PN0	Camarão 400 PL PN0	PELETIZADO	1.100	1.940	740	1.260	R\$ 6,00
89522-PN1	Camarão 400J PN1	PELETIZADO	6.390	6.600	10.440	7.810	R\$ 5,63
89523-PN2	Camarão 400J PN2	PELETIZADO	9.840	18.000	23.580	17.140	R\$ 5,63
89524PF-30	Camarão 380 PF	PELETIZADO	16.470	18.960	16.170	17.200	R\$ 5,89
89525AR-G-37	Camarão 350 AR	PELETIZADO	26.550	32.940	23.910	27.800	R\$ 4,59
89525HF-G-37	Camarão 350 HF	PELETIZADO	13.410	22.140	15.930	17.160	R\$ 4,18
89527AQ-G-37	Camarão 300 AQ	PELETIZADO	163.680	150.210	162.390	158.760	R\$ 3,20
89527BI-G-37	camarão 300 BI	PELETIZADO	22.620	25.860	64.500	37.660	R\$ 3,29
89550AF-G-37	Camarão 350 AF	PELETIZADO	233.130	195.960	297.390	242.160	R\$ 3,84
89550AQ-G-37	Camarão 350 AQ +	PELETIZADO	166.200	119.340	147.750	144.430	R\$ 3,89
89550BI-G-37	Camarão 350 BI	PELETIZADO	492.810	316.770	267.210	358.930	R\$ 3,97

Fonte: Autor (2025)

4.3 Classificação ABC

Logo após a coleta desses dados das rações de camarão foram já calculadas as porcentagens individuais dos produtos sobre o valor total de vendas e a porcentagem acumulada desses produtos. A partir daí, foi elaborada o Quadro 8 mostra, onde foram classificados os itens nas classes A, B e C.

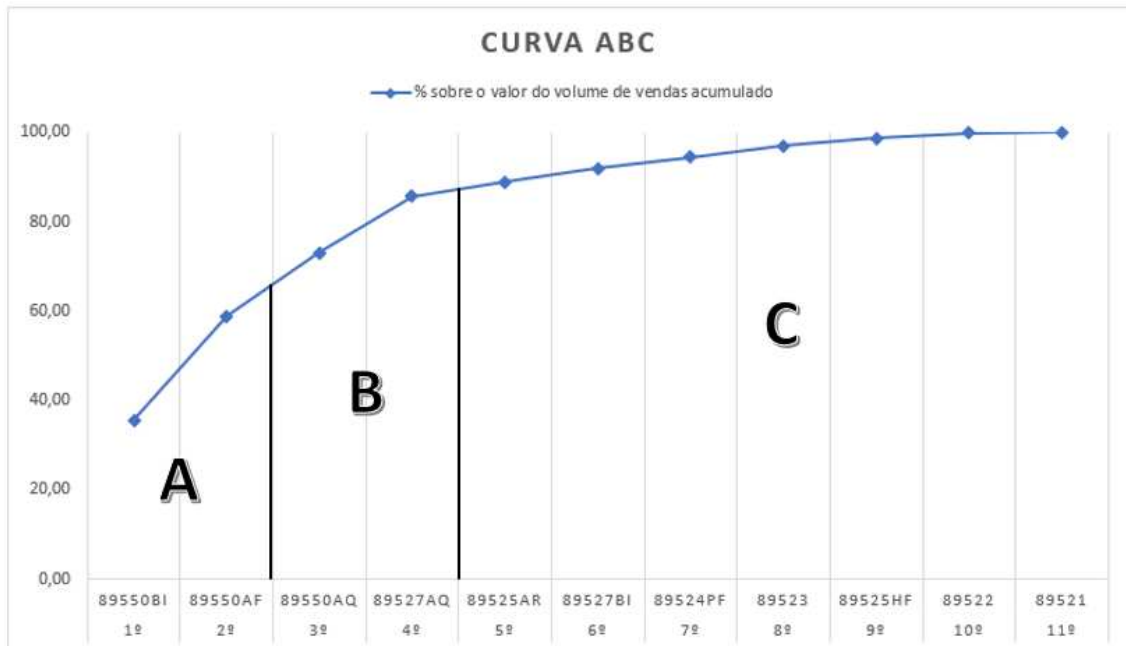
Quadro 8 - Tabela mestra de classificação ABC dos itens.

GRAU	PRODUTO	Valor do volume de venda total (R\$)	% sobre o valor das vendas	Valor do volume de vendas acumulado	% sobre o valor do volume de vendas acumulado	CLASSE
1º	89550BI	1.424.952,10	35,65%	1.424.952,10	35,65	A
2º	89550AF	929.894,40	23,26%	2.354.846,50	58,91	A
3º	89550AQ	561.832,70	14,06%	2.916.679,20	72,97	B
4º	89527AQ	508.032,00	12,71%	3.424.711,20	85,68	B
5º	89525AR	127.602,00	3,19%	3.552.313,20	88,87	C
6º	89527BI	123.901,40	3,10%	3.676.214,60	91,97	C
7º	89524PF	101.308,00	2,53%	3.777.522,60	94,50	C
8º	89523	96.498,20	2,41%	3.874.020,80	96,92	C
9º	89525HF	71.728,80	1,79%	3.945.749,60	98,71	C
10º	89522	43.970,30	1,10%	3.989.719,90	99,81	C
11º	89521	7.560,00	0,19%	3.997.279,90	100,00	C

Fonte: Autor (2025)

Após a montagem do Quadro 8 com a classificação dos itens, foi possível plotar a curva ABC dos produtos, para auxiliar na análise dos dados. O Gráfico 1 ilustra os resultados obtidos, onde o eixo Y contém as porcentagens sobre o valor do volume de vendas acumulado e o eixo X apresenta os produtos analisados de acordo com sua classificação.

Gráfico 1 - Curva ABC dos produtos.



Fonte: Autor (2025)

A Quadro 8 e o Gráfico 1 mostram que os produtos (89550BI e o 89550AF) são os responsáveis por aproximadamente 60% do faturamento da empresa, ou seja, são os produtos de maior importância, sendo assim esses, classificados como “A”. Já os itens (89550AQ e o 89527AQ) representam aproximadamente 25% do valor total de vendas e estão classificados como “B”. Os demais itens que são classificados como “C”, representam juntos, apenas 15% desse valor acumulado, sendo assim os de menor importância.

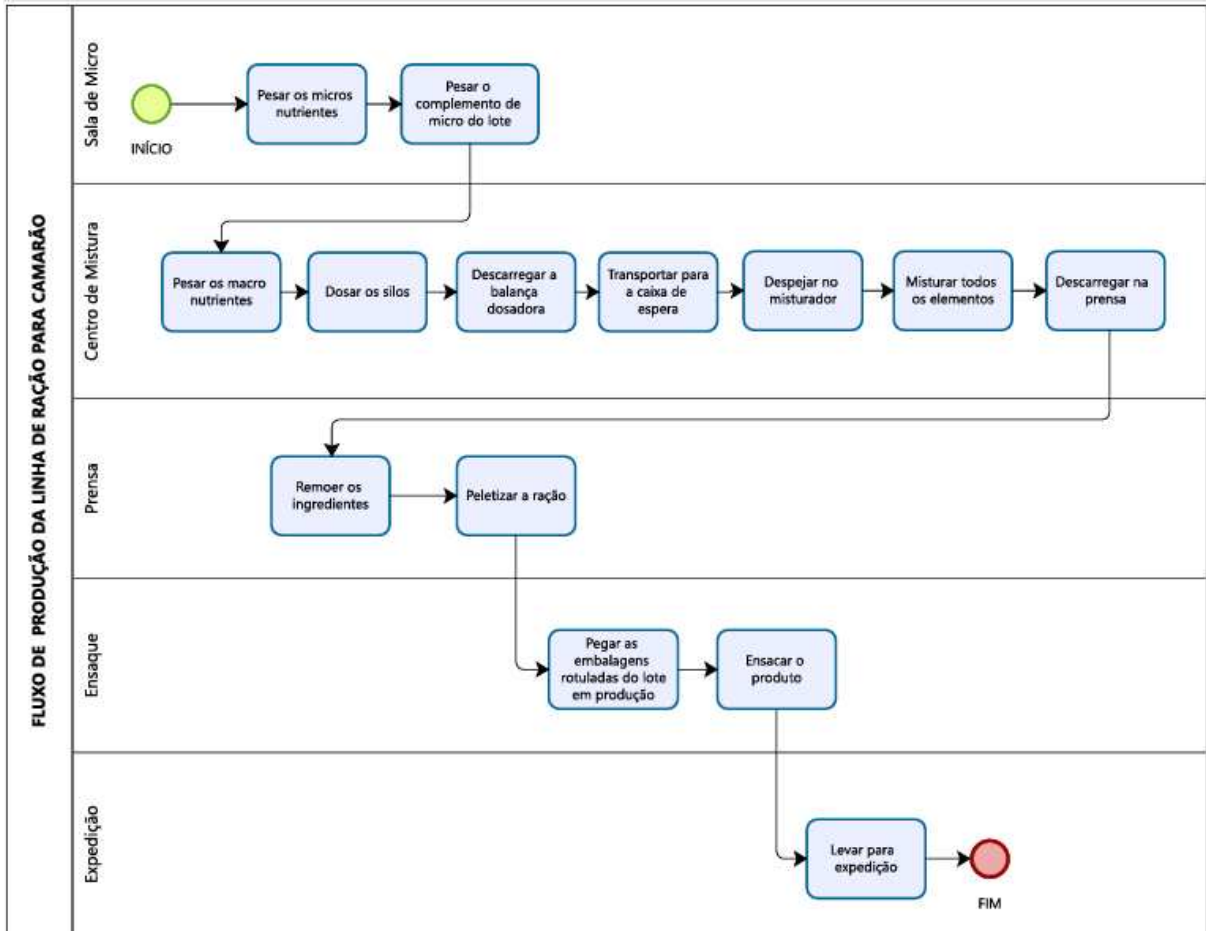
Com o resultado da classificação é possível observar o item com maior grau de importância para a empresa e que conseqüentemente mais impacta na receita bruta. A partir disso, o produto 89550BI foi o definido para aplicação da Cronoanálise, com o objetivo de servir como indicador e referência dos resultados do processo produtivo das rações da linha de camarão. Portanto, o estudo será realizado em um lote completo de produção da ração para camarão 89550BI, que corresponde a produção de 49.500kg de ração, sendo 1650 sacos da ração com 30kg cada.

4.4 Mapeamento das etapas do processo produtivo

Seguindo para a etapa de descrever os elementos que constituem o processo de produção, nesse tópico será utilizado um fluxograma para criar de um diagrama visual que destaque a relação entre as atividades, as pessoas e os recursos envolvidos. O fluxograma

detalhado foi elaborado com o auxílio do *software* Bizagi e através de momentos de conversa com o líder de produção responsável. Segue o mapeamento de processos da linha de produção trabalhada na Figura 5.

Figura 5 - Fluxo de produção da linha de camarão



Fonte: Autor (2025)

O processo produtivo em questão segue uma sequência operacional estruturada, iniciando-se na sala de micro, onde são realizados os procedimentos de pesagem dos micronutrientes, fundamentais para a composição equilibrada do produto final. Em seguida, realiza-se o complemento da pesagem desses micronutrientes, assegurando a conformidade com as especificações técnicas estabelecidas. Posteriormente, as operações são transferidas para o centro de mistura, onde se procede à pesagem dos macronutrientes, que compõem a base volumétrica da formulação. Na etapa seguinte, ocorre a dosagem dos ingredientes armazenados nos silos, seguida do descarregamento do conteúdo na balança dosadora, garantindo precisão na proporção dos componentes.

Com os ingredientes devidamente dosados, estes são transportados para a caixa de espera, que serve como ponto de transição antes da etapa de mistura. Em seguida, os materiais são despejados no misturador, onde ocorre a homogeneização completa dos micronutrientes e macronutrientes, assegurando uniformidade na composição da ração. Após a mistura, o conteúdo é descarregado para prosseguir às fases posteriores do processo. Na sequência, os ingredientes seguem para a prensa, onde são submetidos a um processo de remoagem, com o objetivo de obter uma granulometria adequada. Em seguida, ocorre a peletização, etapa na qual os ingredientes são compactados em pellets, conferindo melhor estabilidade e facilidade de armazenamento.

Após a prensagem, o produto segue para o setor de ensaque, onde são selecionadas as embalagens previamente rotuladas, conforme o lote em produção. O produto é então ensacado, garantindo a identificação e rastreabilidade do lote. Por fim, os sacos embalados são encaminhados ao setor de expedição, etapa responsável pela organização e distribuição do produto final, concluindo o ciclo produtivo.

Com base na avaliação do fluxo do processo produtivo, foi realizada a segmentação das operações em elementos, com o objetivo de proporcionar uma descrição mais precisa e estruturada para ser utilizada na ferramenta da Cronoanálise posteriormente. Dessa forma, os elementos foram organizados conforme a classificação descrita no Quadro 9.

Quadro 9 - Elementos descritos do processo

ELEMENTO	DESCRIÇÃO
1	Pesar os micros nutrientes
2	Complemento da pesagem de micro
3	Pesar os macros nutrientes
4	Dosar os silos
5	Descarregar a balança dosadora
6	Transportar para a caixa de espera
7	Despejar no misturador
8	Misturar todos os elementos
9	Descarregar
10	Remoer os ingredientes
11	Peletizar
12	Ensacar o produto
13	Levar para expedição

Fonte: Autor (2025).

4.5 Aplicação da Cronoanálise

Posteriormente a segmentação do processo de produção da ração em etapas distintas, para cada uma dessas etapas, foram coletadas cinco amostras de tempo de execução, garantindo maior representatividade e confiabilidade nos dados obtidos. Durante a realização das medições, os colaboradores executaram suas funções em ritmo considerado habitual, conforme validação prévia do gestor responsável pelo setor, assegurando a veracidade das condições observadas. Ressalta-se ainda que, para as atividades realizadas por máquinas de grande porte, foi empregada a plataforma MES (*Manufacturing Execution System*) – MOCX Strategy OEE –, a qual fornece registros precisos dos dados produtivos relacionados aos equipamentos monitorados para a empresa, conferindo maior acurácia à análise dos tempos coletados.

4.5.1 Tempo médio e amplitude da amostra

Para cada operação, registraram-se os tempos de execução individuais, sendo posteriormente calculada a média aritmética desses registros, caracterizando o tempo observado de cada elemento do processo. Além disso, foi determinada a amplitude da amostra, obtida pela diferença entre o somatório do maior e do menor tempo registrado nas observações correspondentes, conforme os dados apresentados na Quadro 10.

Quadro 10 - Elementos descritos do processo

REFERÊNCIA	89550BI						
PROCESSO	Produção Camarão 350 BI						
ELEMENTOS	DESCRIÇÃO	TEMPO 1º CICLO	TEMPO 2º CICLO	TEMPO 3º CICLO	TEMPO 4º CICLO	TEMPO 5º CICLO	Média dos Tempos
1	SL - Pesar os micros nutrientes	01:27:30	01:37:51	01:29:35	01:33:45	01:36:40	01:33:04
2	SL - Complemento da pesagem de micro	00:56:30	00:54:12	00:57:40	00:58:45	00:55:24	00:56:30
3	CM - Pesar os macro nutrientes	00:28:20	00:30:50	00:25:50	00:22:50	00:27:25	00:27:03
4	CM - Dosar os silos	02:52:05	02:31:40	02:36:15	02:39:10	02:32:25	02:38:19
5	CM - Descarregar a balança dosadora	00:26:15	00:32:05	00:23:45	00:28:20	00:29:35	00:28:00
6	CM - Transportar para a caixa de espera	01:13:45	01:15:00	01:16:15	01:13:20	01:10:50	01:13:50
7	CM - Despejar no misturador	00:10:50	00:11:40	00:10:50	00:12:55	00:11:15	00:11:30
8	CM - Misturar todos os elementos	01:40:00	01:35:00	01:39:00	01:40:00	01:36:00	01:38:00
9	CM - Descarregar	06:52:05	07:38:20	07:42:30	06:20:28	06:15:54	06:57:51
10	PS - Remoer os ingredientes	04:20:50	03:49:10	03:53:00	03:55:18	03:57:00	03:59:04
11	PS - Peletizar	11:33:53	11:12:01	11:08:05	10:57:06	10:58:31	11:09:55
12	ESQ - Ensacar o produto	04:44:35	05:47:55	05:05:30	04:49:10	05:00:45	05:05:35
13	EXP - Levar para expedição	01:40:00	01:39:35	01:44:10	01:43:20	01:45:00	01:42:25
TEMPO TOTAL (Horas)		38:26:38	39:15:19	38:32:25	36:54:27	36:56:44	38:01:07
AMPLITUDE (R) DA AMOSTRA (Horas)		2:20:52					
AMPLITUDE (R) DA AMOSTRA (Segundos)		8452s					

Fonte: Autor (2025).

A soma dos tempos médios permitiu estimar o tempo total necessário para a execução integral da operação, sob condições reais de trabalho. Com esses dados, foi possível quantificar o tempo médio gasto pelos colaboradores avaliados e pelas máquinas na realização de cada etapa da produção, resultando em um tempo total médio de 38horas 01min e 07s, que em segundos da 136867s .

4.5.2 Cálculo do Número de Execuções

Após a coleta das amostras, foi utilizada a Equação 1 para determinar os ciclos a serem cronometrados, com o objetivo de verificar se a quantidade de amostras era adequada para garantir a confiabilidade dos dados obtidos. Os resultados gerados estão apresentados nos cálculos desenvolvidos a seguir, os quais incluem a média e a amplitude dos dados previamente coletados. É comum adotar um nível de confiança para a produtividade, que geralmente varia entre 90% e 95%, além de um erro relativo aceitável que oscila entre 5% e 10%. O coeficiente, em função do número de cronometragens preliminares, é um valor que pode ser encontrado no Quadro 10 e, considerando que o tamanho da amostra é de 5, o valor utilizado foi de 2,326.

$$Nc = \left(\frac{95\% \times 8452s}{5\% \times 2,326 \times 136867s} \right)^2$$

$$Nc = 1,083 \text{ ciclos}$$

Conforme evidenciado no desenvolvimento da Equação 1 acima, cujo valor de Nc foi resultado em 1,083 ciclos, verificou-se que a análise das atividades foi feita em uma amostra de ciclos maior do que a quantidade necessária. Tal resultado indica que a quantidade de dados obtidos durante a fase de coleta é suficiente para garantir a robustez estatística necessária. Dessa forma, os dados coletados apresentam-se adequados para serem utilizados nas etapas subsequentes da Cronoanálise, assegurando a confiabilidade e a representatividade das informações que fundamentarão as análises futuras.

4.5.3 Cálculo do Tempo Normal

No contexto da empresa estudada, a avaliação dos operadores foi realizada por meio da observação direta do ritmo de trabalho, complementada pelo estudo da Cronoanálise

durante a realização das atividades. Observou-se que a habilidade dos operadores, levando em consideração que em cada etapa do processo foi avaliado um colaborador responsável pela etapa, se enquadra na classificação “boa”, dado que ambos demonstraram confiança e mantiveram ritmo constante, com poucas hesitações. Quanto ao esforço, foi classificado como “excelente”, uma vez que os trabalhadores executaram as tarefas com rapidez e precisão nos movimentos. A partir dessa análise, o ritmo dos operadores foi avaliado em 95%, indicando que o ritmo observado foi ligeiramente inferior ao ritmo padrão de um trabalhador considerado normal. Dessa forma, com a avaliação do ritmo dos operadores será possível determinar o Tempo Normal da operação através do desenvolvimento da Equação 2.

$$TN = 136867s \times 0,95$$

$$TN = 130023,65s$$

$$TN = 36 \text{ horas, } 7 \text{ minutos e } 3 \text{ segundos}$$

Com isso, sabe-se que um operador trabalhando em ritmo normal levaria, de acordo com TN, convertendo o resultado em horas, aproximadamente 36 horas, 07 minutos e 03 segundos para realizar cada ciclo de produção. Neste caso, o tempo normal é menor que o tempo observado, pois como o trabalhador estudado foi avaliado como mais lento que o normal, um trabalhador em ritmo normal fará o mesmo trabalho mais rapidamente.

4.5.4 Cálculo do Tempo Padrão

Após a determinação do TN, procede-se o cálculo do Tempo Padrão, que inclui a consideração do tempo de tolerância. Inicialmente, é necessário estimar o valor do fator de tolerância (p). No contexto da produção na linha de fabricação de ração para camarão, a fadiga total associada ao processo é quantificada a partir da soma dos percentuais relativos a diferentes fontes de esforço e desconforto: tolerâncias pessoais (5%), fadiga básica (4%), postura inadequada de trabalho (curvado, 2%), esforço muscular (5%), condições ambientais, como iluminação e nível de ruído (3%), e monotonia média da atividade (4%). Dessa forma, o percentual total de fadiga (p) para esta operação foi calculado em 23%. Consequentemente, para determinar o Tempo Padrão, é necessário inicialmente calcular o fator de tolerância, o qual é obtido por meio da Equação 3, conforme descrito a seguir:

$$FT = \frac{1}{\left(1 - \frac{23}{100}\right)}$$

$$FT = 1,298$$

Após a determinação do fator de tolerância, torna-se possível calcular o tempo padrão. Para tanto, multiplica-se o tempo normal TN pelo FT e, dessa forma, a relação matemática que representa esse cálculo é expressa pela Equação 4 e será descrita abaixo.

$$TP = 130023s \times 1,298$$

$$TP = 168769,8s$$

$$TP = 46 \text{ horas, } 52 \text{ minutos e } 49,8 \text{ segundos}$$

Portanto, temos o tempo padrão de 46 horas, 52 minutos e 49,8 segundos para o processo completo de produção de um lote de ração para camarão, que corresponde, também, a fabricação de um saco de 30kg de ração a cada 1 minuto e 42,3 segundos, isto é, 1kg de ração a cada 3,41 segundos.

4.6 Diagrama Homem-Máquina

A análise Homem-máquina foi aplicada à linha de produção da ração trabalhada, com o objetivo de avaliar a relação entre o tempo de atuação do operador e o tempo de funcionamento das máquinas ao longo do ciclo produtivo. A partir dos dados coletados, foi possível identificar o nível de sincronização entre as atividades humanas e mecânicas, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, foi possível identificar desequilíbrios significativos na relação entre os tempos de atividade do operador e o funcionamento das máquinas ao longo do processo produtivo. Observou-se que, em diversas etapas, há períodos expressivos de inatividade por parte do operador, especialmente nos momentos em que a operação depende exclusivamente do funcionamento automático das máquinas, como durante a dosagem dos silos (02:38:19), o transporte para a caixa de espera (01:13:50) e o processo de mistura dos elementos (01:38:00).

Da mesma forma, há também períodos em que a máquina permanece ociosa enquanto o operador executa atividades manuais, como no início do processo, durante a pesagem dos micronutrientes e a complementação da pesagem, nos quais a máquina permanece

parada por 01:33:04 e 00:56:30, respectivamente. Esses momentos de espera, tanto do operador quanto do equipamento, refletem um baixo aproveitamento simultâneo dos recursos humanos e tecnológicos disponíveis.

Tabela 2 - Gráfico Homem-máquina do processo.

Homem		Máquina	
Operador	Tempo (s)	Máquina	Tempo (s)
Pesar os micros nutrientes	01:33:04	Parado	01:33:04
Complemento da pesagem de micro	00:56:30	Parado	00:56:30
Pesar os macros nutrientes	00:27:03	Silos direcionando as mps para as balanças	00:27:03
Parado	02:38:19	Dosar os silos	02:38:19
Parado	00:28:00	Descarregar a balança dosadora	00:28:00
Parado	01:13:50	Transportar para a caixa de espera	01:13:50
Parado	00:11:30	Despejar no misturador	00:11:30
Parado	01:38:00	Misturar todos os elementos	01:38:00
Auxiliar na descarga	06:57:51	Descarregar	06:57:51
Parado	03:59:04	Remoer os ingredientes	03:59:04
Análise de fluabilidade	11:09:55	Peletizar	11:09:55
Ensacar o produto	05:05:35	Ensacar o produto	05:05:35
Levar para expedição	01:42:25	Parado	01:42:25

Fonte: Autor (2025)

A Tabela 3 apresenta a relação consolidada entre os tempos de atividade e de inatividade do operador e da máquina ao longo do ciclo produtivo analisado. Esses dados permitem avaliar o grau de aproveitamento de cada recurso durante a operação.

Tabela 3 – Relação dos tempos do gráfico Homem-máquina

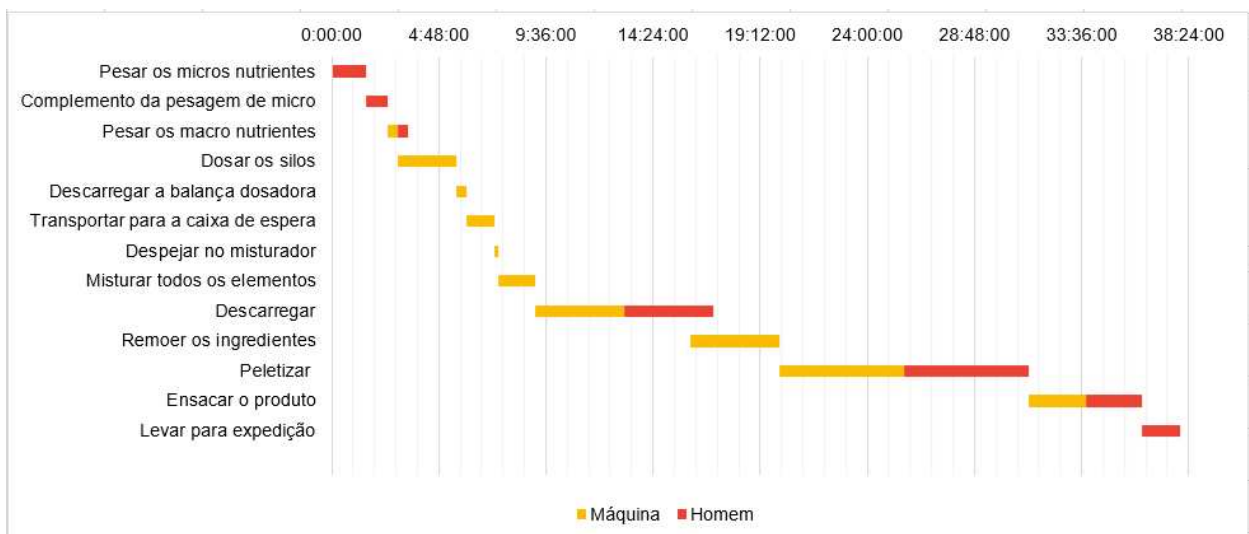
	Operador	Máquina
Tempo parado (s)	10:08:43	04:11:59
Tempo de trabalho (s)	27:52:24	33:49:07
Tempo total de ciclo (s)	38:01:07	38:01:07
% da atividade	73,32%	88,95%

Fonte: Autor (2025)

O Gráfico de Gantt apresentado a seguir no Gráfico 2 descreve, de forma sequencial e temporal, as etapas que compõem o processo produtivo da ração 89550BI. A representação permite visualizar a duração de cada atividade e suas interdependências, fornecendo uma visão estruturada do fluxo de trabalho ao longo do ciclo completo de produção.

A análise do diagrama homem-máquina, em conjunto com os dados da Tabela 3 e do Gráfico 2, revela importantes fragilidades no equilíbrio operacional entre os tempos de atuação humana e os ciclos das máquinas ao longo do processo produtivo. Apesar de as máquinas concentrarem a maior parte do tempo em operações contínuas e automatizadas — como peletização (11h09min55s), remoagem de ingredientes (3h59min04s) e mistura dos elementos (1h38min00s) — observa-se um elevado tempo de inatividade do equipamento em diversas etapas que antecedem essas operações, especialmente durante atividades manuais.

Gráfico 2 – Gráfico de Gantt do processo



Fonte: Autor (2025)

A atuação do operador humano está fortemente presente em tarefas que demandam acompanhamento direto, como a pesagem dos micronutrientes (1h33min04s), o complemento da pesagem (0h56min30s), e o ensacamento final do produto (5h05min35s). No entanto, a falta de sincronização entre as ações do operador e a disponibilidade da máquina gera períodos de espera prolongados, impactando negativamente a fluidez do processo.

Portanto, embora o sistema automatizado tenha certa estabilidade nas fases mecanizadas, a ausência de integração eficiente entre os agentes humanos e as máquinas limita o desempenho do processo. A redução desses períodos ociosos e a reorganização das tarefas poderiam contribuir significativamente para a melhoria da eficiência operacional e para o aumento da competitividade da linha de produção analisada.

4.7 Sugestões de Melhoria

A avaliação dos tempos operacionais referentes à produção da ração 89550BI, foi realizada com base na Cronoanálise de cinco ciclos consecutivos do processo. Essa abordagem possibilitou a identificação das etapas com maior influência sobre a duração total do ciclo produtivo, bem como a análise da variabilidade entre as execuções. Ainda, verificou-se que o tempo médio total para a conclusão de um ciclo completo de produção foi de aproximadamente 38 horas e 1 minuto, com variações de até 2 horas e 20 minutos entre os ciclos observados, evidenciando certa instabilidade operacional.

A partir dos tempos médios levantados, foram prosseguidas as etapas sucessivas de refinamento dos dados coletados, sendo aplicado os fatores de ajustes relativos ao ritmo de trabalho e às tolerâncias operacionais, resultando no cálculo do tempo normal e, conseqüentemente, do tempo padrão. O tempo padrão estimado para a execução integral do processo produtivo foi de 46 horas, 52 minutos e 49,8 segundos. Esse valor final é utilizado pelas empresas para fins de planejamento, balanceamento de linhas, definição de capacidade produtiva e avaliação de desempenho e, nesse trabalho, representou a duração necessária para a produção de um lote do produto, equivalendo, em termos de produtividade, à fabricação de um saco de 30 kg de ração a cada 1 minuto e 42,3 segundos.

As etapas que mais demandaram tempo foram a peletização, o ensacamento do produto e o descarregamento no centro de mistura. Além disso, atividades como a remoagem dos ingredientes e a mistura dos componentes também apresentaram tempos consideráveis, influenciando diretamente a duração total do ciclo produtivo. Os dados obtidos também

revelaram um padrão de ociosidade elevado nas máquinas durante fases iniciais do processo, como a pesagem e o transporte de materiais, o que sugere oportunidades de otimização.

Observou-se, de modo particular, que as atividades manuais, principalmente aquelas relacionadas à pesagem de micro e macronutrientes, foram responsáveis por uma significativa parcela da variabilidade entre os ciclos. A pesagem de micronutrientes e macronutrientes, por exemplo, apresentaram alguns tempos com variação maior, o que evidencia a influência direta da intervenção humana sobre o desempenho geral do processo.

Diante desse cenário, a análise crítica do processo produtivo indica a necessidade de intervenções estratégicas para melhoria da eficiência operacional. A automatização das etapas de pesagem, especialmente as que envolvem os micronutrientes, mostra-se como uma alternativa promissora para reduzir a variabilidade e padronizar os tempos de execução. Paralelamente, a reestruturação do layout produtivo, com o objetivo de encurtar os trajetos percorridos no transporte de matérias-primas, pode contribuir significativamente para a redução do tempo de deslocamento e das perdas associadas.

Adicionalmente, propõe-se o balanceamento da linha de produção, com redistribuição das cargas de trabalho entre os setores e ajustes nos turnos de operação, a fim de mitigar gargalos e períodos de ociosidade identificados em determinadas fases do processo. A implementação de indicadores de desempenho (KPIs), como tempo médio por operação, taxa de aproveitamento da máquina e eficiência por ciclo, também se apresenta como uma estratégia relevante para o monitoramento contínuo e a tomada de decisão baseada em dados.

Por fim, recomenda-se o fortalecimento dos programas de capacitação técnica dos operadores, visando à padronização das rotinas operacionais e à melhoria do desempenho individual e coletivo. Essas medidas, quando aplicadas de forma integrada, têm o potencial de elevar o nível de desempenho do processo produtivo, promovendo maior consistência nos resultados e contribuindo para a competitividade da empresa no setor de nutrição animal.

4.8 Plano de Ação

Diante das análises realizadas e considerando os principais pontos críticos identificados ao longo do processo produtivo, optou-se pela formulação de um plano de ação estratégico, com o objetivo de promover melhorias operacionais e aumentar a eficiência das etapas analisadas. Para tanto, foram consideradas as sugestões de aprimoramento discutidas previamente, as quais se fundamentam nos dados obtidos por meio da Cronoanálise e da observação sistemática das operações envolvidas na linha de produção. Assim, o plano de ação

foi estruturado conforme apresentado no Quadro 11 , utilizando a metodologia 5W1H como ferramenta de suporte à definição clara e objetiva das medidas propostas. Essa abordagem visa garantir que cada ação seja devidamente planejada em termos de finalidade, responsabilidade, prazos, local de aplicação e método de execução, contribuindo, dessa forma, para a padronização e a efetividade da implementação das melhorias recomendadas.

Considerando os principais pontos de ineficiência observados ao longo do processo produtivo da linha analisada, foi elaborado um plano de ação com estruturação clara e objetiva das medidas a serem adotadas. As propostas apresentadas abrangem diferentes dimensões do sistema produtivo, incluindo intervenções tecnológicas, como a automação da etapa de pesagem, melhorias no arranjo físico da fábrica, reequilíbrio da linha entre os setores mais críticos e implantação de indicadores-chave de desempenho. Além disso, foram contempladas ações voltadas à qualificação dos operadores por meio de treinamentos regulares e à confiabilidade operacional, com a implementação de um plano estruturado de manutenção preventiva.

Dessa forma, cada ação foi cuidadosamente detalhada quanto ao que será feito, quem será o responsável por sua execução, quando e onde será implantada, os motivos que justificam sua necessidade e a forma como será operacionalizada. Essa abordagem permite alinhar as iniciativas aos objetivos de melhoria da eficiência, redução de perdas e aumento da produtividade. A expectativa é que, por meio da execução coordenada dessas ações, seja possível promover avanços significativos na gestão do processo, tornando-o mais ágil, lucrativo, estável e aderente às exigências de desempenho da indústria de nutrição animal.

Quadro 11 - Plano de Ação

O QUÊ? (What?)	QUEM? (Who?)	QUANDO? (When?)	ONDE? (Where?)	POR QUÊ? (Why?)	COMO? (How?)
Automatizar as etapas de pesagem	Supervisor de Manutenção junto ao Gerente da unidade fabril	Início do primeiro semestre de 2026	Setor de pesagem	Reduzir a variabilidade de tempo e aumentar a precisão das operações	Implantar balanças automatizadas com sistemas de dosagem eletrônica
Reorganizar o layout fabril para otimizar o deslocamento de matérias-primas	Engenheiros analistas de produção junto ao Coordenador de Produção	Início no mês de setembro do ano de 2025	Área de recebimento, mistura e transporte	Diminuir o tempo de transporte e evitar desperdícios de movimento	Aprofundar o estudo dos tempos e movimentos, elaborando um mapofluxograma para propor uma nova disposição

					das estações de trabalho
Balacear a linha de produção entre setores críticos	Coordenação da produção e encarregados da linha	Início no mês de Agosto do ano de 2025	Linha de produção das Prensas	Reduzir gargalos, melhorar o fluxo de produção e evitar ociosidade	Realocar operadores, revisar escalas e adaptar turnos conforme análise de demanda por etapa
Implantar KPIs (Indicadores-chave de desempenho) para cada etapa do processo	Supervisor de qualidade junto ao Coordenador de produção e aos analistas de PCP	Início no mês de Setembro do ano de 2025 e seguir de forma gradual ao longo de 3 meses	Em toda a linha de produção das Prensas	Monitorar a eficiência e permitir ações corretivas em tempo real	Desenvolver e aplicar painel de indicadores (tempo médio, rendimento, eficiência por ciclo)
Realizar treinamentos contínuos com foco na padronização operacional	Setor de segurança do trabalho, RH, instrutores internos e supervisores de produção	Mensalmente a partir do mês de Agosto do ano de 2025	Todos os setores de operação	Reduzir falhas humanas e garantir constância no desempenho das atividades	Criar calendário de capacitações e aplicar treinamentos teóricos e práticos com foco em padronização
Implantar plano de manutenção preventiva	Supervisor de Manutenção junto com a sua equipe e com o Gerente da unidade.	No primeiro trimestre do ano de 2026	Todos os setores com máquinas e equipamentos	Evitar falhas inesperadas e aumentar a disponibilidade dos equipamentos	Elaborar cronograma de inspeções periódicas, registrar manutenções, criar checklists por equipamento e seguir plano preventivo

Fonte: Autor (2025).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos e das análises desenvolvidas ao longo do estudo, constata-se que os objetivos gerais e específicos propostos foram plenamente alcançados. A adoção de ferramentas adequadas mostrou-se fundamental para o diagnóstico e a compreensão do desempenho da linha de produção de ração peletizada para camarão. Dentre essas ferramentas, destaca-se a aplicação da Curva ABC, que permitiu a identificação dos produtos com maior impacto no faturamento da empresa, favorecendo uma priorização estratégica das análises. Os dados revelaram que os itens 89550BI e 89550AF, classificados como Classe A, respondem por cerca de 60% das vendas totais. Com base nesse critério, a escolha do produto 89550BI como foco da Cronoanálise se mostrou tecnicamente justificada, pois direcionou os esforços analíticos para um item de elevada relevância operacional e econômica.

A aplicação da Cronoanálise possibilitou a mensuração precisa do tempo padrão necessário para a produção de um lote completo do produto, considerando o tempo médio do processo, que é a base empírica, obtida pela observação direta; e o tempo normal que é uma correção do tempo médio considerando o ritmo do operador. Assim o tempo padrão obtido foi de 46 horas, 52 minutos e 49,8 segundos, o que, ao ser interpretado em termos de capacidade produtiva, evidenciou divergências significativas em relação aos tempos estimados informalmente pela gestão da produção. Essa discrepância ressalta a importância de utilizar o tempo padrão como um parâmetro mais fiel à realidade da fábrica, pois considera não apenas o ritmo de trabalho, mas também fatores ligados à ergonomia, tolerância e bem-estar dos operadores, contribuindo para uma abordagem mais equilibrada entre eficiência e condições adequadas de trabalho.

O estudo também permitiu identificar etapas críticas ao longo do ciclo produtivo, com destaque para as operações de peletização, ensacamento e descarregamento no centro de mistura, que concentraram boa parte das variações nos tempos de execução. A análise dos dados demonstrou que as atividades manuais exercem influência significativa na variabilidade do processo, confirmando o papel central do fator humano no desempenho da produção. Além disso, foram observados períodos de ociosidade em algumas máquinas, especialmente nas fases iniciais, o que indica possibilidades reais de otimização por meio de ajustes no balanceamento entre os recursos humanos e mecânicos.

Nesse contexto, o uso do diagrama Homem-máquina contribuiu de forma expressiva para a visualização das interações entre operador e equipamento, evidenciando a distribuição das atividades entre ações manuais e automatizadas. Observou-se que as máquinas

concentram as etapas de maior duração, enquanto os operadores assumem funções ligadas à supervisão, pesagem, movimentação e finalização do produto. Embora essa configuração favoreça certa estabilidade no fluxo produtivo, foram identificados pontos de espera e descompasso entre homem e máquina que podem comprometer a eficiência em determinadas fases do processo. Por fim, os resultados obtidos neste estudo contribuem tanto para a melhoria operacional da linha analisada, quanto para a construção de uma base metodológica aplicável a outros contextos industriais.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento de pesquisas voltadas à incorporação de tecnologias emergentes, como sensores inteligentes, sistemas de visão computacional e algoritmos de inteligência artificial integrados à Cronoanálise, o que permitiria a coleta automática de dados e o monitoramento contínuo do desempenho produtivo. Além disso, sugere-se a ampliação da aplicação desta metodologia para outras linhas produtivas e empresas do setor de nutrição animal, com o objetivo de validar os resultados obtidos, identificar padrões de ineficiência recorrentes e fomentar uma cultura de melhoria contínua baseada em dados confiáveis e decisões estratégicas.

REFERÊNCIAS

- AGANETTE, E. C. M. Mapeamento de processos sob a perspectiva da ciência da informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 25, n. Especial, p. 187-201, 2020.
- ARAUJO, L. C. G.; GARCIA, A. A.; MARTINES, S. *Gestão de processos – Melhores resultados e excelência organizacional*. São Paulo, 2011.
- BARNES, R. M.; **Estudo de Tempos e Movimentos: projeto e medida do trabalho**. Tradução da 6ª ed. Americana. Sergio Luis Oliveira Assis, José S. Guedes Azevedo e Arnaldo Pallota; revisão técnica Miguel de Simoni e Ricardo S. da Fonseca. 6. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977
- BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medição do Trabalho**. 8ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- BIAZZO, S. **Abordagens para análise de processos de negócios**: Uma revisão. *Business Process Management Journal*, v.6, n.2, p.99-112, 2000.
- CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 8. ed. INDG Tecnologia e Serviços Ltda: Belo Horizonte, 2004.
- CORRÊA, L. E. A.; CORRÊA, M. E. C. **Gestão de operações: estudo de tempos e movimentos**. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 11, n. 19a, p. 22-42, 2012.
- COSTA, L.; ALMEIDA, T. **Impactos sociais e econômicos da carcinicultura no Ceará**. *Revista de Desenvolvimento Regional*, 2020.
- COSTA, M. G.; SILVA, F. R. **Nutrição e desempenho de camarões marinhos em cultivo intensivo**. Recife: Imprensa Universitária, 2022.
- DIAS P. M. A. **Administração de materiais: Uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, 2010.
- FELIPPE, A. D.; CUSTÓDIO, M. R.; DOLZAN, N.; TEIXEIRA, E. S. M. **Análise descritiva do estudo de tempos e métodos: uma aplicação no setor de embaladeira de uma indústria têxtil**. In: *SEGET – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, 9., 2012.
- FERREIRA, Maxwel A. de, OLIVEIRA, Ualison R. de; GARCIA, Pauli A. A. de. **Quatro ferramentas administrativas integradas para o mapeamento de falhas: um estudo de caso**. *Revista UNIABEU Belford Roxo*, v.7, n.16, p. 300-315, 2014.
- FULLMANN, C. **Estudo do trabalho**. 2 ed. São Paulo: IMAN, 1975. 186 p. Serie Qualidade e produtividade do IMAM
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- HARRINGTON, H. James. **Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness**. McGraw-Hill, 1991.
- LENZI, Fernando C.; KIESSEL, Daniel M.; ZUCCO, Fabricia D. **Ação empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negócio com excelência**. São Paulo: Gente, 2010.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2015.
- MARTINS, F.; LIMA, A. **Análise de processos produtivos em indústrias do Nordeste brasileiro**. Revista de Engenharia Industrial, 2021.
- MAYNARD, H. B.; STEPHENSON, E. H.; SOLOW, R. L. **Methods-Time Measurement**. New York: McGraw-Hill, 1948.
- MELLO, A. E. N. S. de. **Aplicação do mapeamento de processo e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2011. Disponível em: https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1695/dissertacao_0034092.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.
- MELO, A. C.; MEDEIROS, M. P. **Carcinicultura no Nordeste: desafios e oportunidades. Cadernos de Desenvolvimento Rural**, v. 17, n. 3, p. 112–125, 2020.
- MOURA, Cassia. **Gestão de estoques: Ação e monitoramento na cadeia de logística integrada**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2004.
- MOREIRA, D. A. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris. **Niebel's Methods, Standards, & Work Design**. 12a ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- OLIVEIRA, M.; SOUSA, P. **Gestão e otimização de processos industriais no setor alimentício**. *Revista de Tecnologia e Produção*, 2023.
- PAULO RENATO, C.; MARTINS, P. G. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 3. ed. Rio de Janeiro: Saraiva, 2009. E-book. ISBN 9788502089167. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788502089167/>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- RECKER, J. et al. **Quão bom é realmente o BPMN? Insights da teoria e da prática**. 14º Conferência Europeia de Sistemas de Informação. Goeteborg, Suécia, 2006.

- RIBAS, A. Z. B.; RIBEIRO, L. F. **Implementação de boas práticas de fabricação em agroindústrias familiares no Paraná**. *GETEC – Gestão, Tecnologia e Comunicação*, v. 10, n. 26, p. 104–109, 2021.
- RODRIGUES, M. V. **Ações para a Qualidade**. [S.I.]: Elsevier, 2014.
- SANTOS, J.; ALMEIDA, R. **Inovações tecnológicas e eficiência produtiva na indústria de alimentos**. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/rgo/article/view/8045>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- SANTOS, M. J.; LIMA, A. R. **Impacto da carcinicultura no desenvolvimento socioeconômico do Nordeste brasileiro**. *Revista Gestão Costeira Integrada*, v. 21, p. 66–78, 2021.
- SILVA, A. V.; COIMBRA, R. R. C. **Manual de Tempos e Métodos**. São Paulo: Hemus, 1980.
- SILVA, D.; SIMON, F. O. **Abordagem quantitativa de análise de dados de pesquisa: construção e validação de escala de atitude**. *Cadernos do CERU*, p. 11-27, 2005.
- SINDIRAÇÕES. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal anuncia os resultados do setor em 2024 em coletiva de imprensa. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/sindiracoes-producao-de-racoes-no-brasil-deve-crescer-27-em-2024-para-90-milhoes-de-t/#gsc.tab=0>. Acesso em: 26 abr. 2025.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. 8. Ed. São Paulo: Atlas, 1990.
- TEIXEIRA, Carolina. **Administração de recursos materiais para concursos: Teoria e exercícios do Cespe comentados**. São Paulo: Método, 2010.
- TRIVISIOS, Augusto NS. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. A pesquisa, 1987.
- TOLEDO JR, I.F.B.; KURATOMI, S. **Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos**. 3. ed. São Paulo: Itysho, 1977.
- TOLFO, C.; FLORA, D. F.; FIORENZA, M. M. **Modelagem de processos na gestão da segurança da informação: um relato de experiência**. In: *XII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação*, 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: SBSI, 2016.
- TUBINO, D. F.. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- TUBINO, D. F. **Administração da produção: operações industriais e serviços**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- UNIVATES. **Engenharia de métodos e tempos aplicada no processo de produção de estruturas metálicas**. *Revista Univates*, 2020. Disponível em:

<http://univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2684>. Acesso em: 23 jun. 2025.

WHITE, S. A. *Introduction to BPMN*. IBM Cooperation, 2004. Disponível em: <https://www.bpmn.org>. Acesso em: 23 jun. 2025.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.