



**VICTOR MADEIRA BORGES DE FARIA**

ESTUDO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE  
PRODUÇÃO BASEADOS NA QUALIDADE DE UMA EMPRESA METALMECÂNICA

BAMBUÍ – MG

2025

VICTOR MADEIRA BORGES DE FARIA

ESTUDO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE  
PRODUÇÃO BASEADOS NA QUALIDADE DE UMA EMPRESA METALMECÂNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção  
do Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí -  
como requisito parcial para obtenção de grau de  
Bacharel em Engenharia de Produção.

BAMBUÍ – MG

2025

---

**Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - *Campus Bambuí***

---

F224e Faria, Victor Madeira Borges de.

Estudo e otimização do sistema de planejamento e controle de produção baseado na qualidade em uma empresa metalmeccânica [manuscrito] / Victor Madeira Borges de Faria – 2025.

122 f. : il. ; color.

Orientador: Rodrigo Caetano Costa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus Bambuí*, 2025.

1. Padronização operacional. 2. Organização do fluxo produtivo. 3. Aprimoramento sistemático. 4. Gestão orientada por processos. I. Costa, Rodrigo Caetano. II. Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*. III. Título.

CDD 658.401

---

**Catálogo: João Batista Rodrigues - CRB-6/2022**

**VICTOR MADEIRA BORGES DE FARIA**

**ESTUDO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE  
PRODUÇÃO BASEADOS NA QUALIDADE DE UMA EMPRESA METALMECÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Bambuí como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 16/12/2025

---

Prof. Dr. Rodrigo Caetano Costa (Orientador)

---

Prof. Dr. Rodrigo Herman da Silva (Examinador)

---

Profa. Dra. Bruna Aparecida Rezende (Examinadora)

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os pais e mães que tive durante a trajetória de conclusão desse curso, a todos os irmãos e primos de sangue ou não que fiz nessa jornada, e a todos os amigos que estiveram comigo, próximos ou a distância. Agradeço também a todos os professores que tive, acadêmicos ou não, a todas as oportunidades que a vida me proporcionou, e agradeço a Deus por cada momento nesse período, cada experiência, cada aprendizado. Sou grato pela possibilidade de realizar o sonho que persigo: fazer do mundo um lugar melhor através do aumento da eficiência dos processos, redução de desperdícios melhorias em cadeias logísticas, a fim de utilizar informações confiáveis, sempre baseados no respeito e na ética com o intuito de tornar a vida, como um todo, uma experiência melhor para todos os envolvidos.

À minha família, que se faz presente e sempre me apoiou em todas as situações ao ajudar-me de todas as formas. Portanto, àqueles que se encontram distantes ou próximos, registro a minha gratidão, todos foram essenciais.

À minha mãe Ana Paula, por ter me dado forças e incentivo para chegar aonde estou, e ser quem eu quero ser.

Ao meu falecido pai, por todos os ensinamentos e sacrifícios para proporcionar as oportunidades que tive.

À minhas irmãs Anabella e Rafaella, que sempre estiveram ao meu lado me ajudando.

À minha Avó Inez e a meu falecido avô, José Madeira, com toda sua sabedoria e fé, eles me mostraram o mundo por outros olhos, diversas vezes. Ensinaram-me muito, e ainda hoje o fazem.

À minha tia-avó Ieda e ao meu tio-avô, Dalmo Torres, por toda a hospitalidade, respeito, companhia e amizade, bem como toda a família, pois estes me proporcionaram suporte e ótimos momentos em Bambuí, os quais já deixam muitas saudades.

À Monteeuse, por toda a parceria, experiências e amizades, em especial para a Leila, por todo o carinho e amizade; ao Otávio por toda a parceria, Lucas, Daniel, Rafael e Gabriel, sou grato por compartilharmos bons e produtivos momentos durante o trabalho.

Ao meu orientador, Doutor Rodrigo Caetano, sempre presente, atencioso, e parte importante da minha vida. Constantemente comparecendo nos encontros da família, fato este que nos levou a muito conhecimento e a inúmeros momentos divertidos.

Finalmente e não menos importante, agradeço ao *Campus* Bambuí, aos professores, servidores e amigos que proporcionaram essa jornada de conhecimento e desenvolvimento em um ambiente tão rico e belo.

Obrigado a todos!

Foque nas ideias, não nas pessoas

(Vários autores)

## RESUMO

FARIA, Victor Madeira Borges de. **Estudo e otimização do sistema de planejamento e controle de produção baseados na gestão da qualidade de uma empresa metalmeccânica.** Bambuí: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*, 2025. 146 p.

O presente trabalho tem como objetivo propor a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) em uma indústria metalmeccânica, fundamentado nos princípios da ISO 9001:2015 e no ciclo PDCA, aplicados ao Planejamento e Controle da Produção (PCP) e ao desenvolvimento de novos produtos. A pesquisa possui caráter aplicado e abordagem qualitativa, utilizando dados reais de produção, planilhas de controle e simulações econômicas para análise dos custos de fabricação, produtividade e viabilidade técnica. Por meio da integração entre o Excel e o software colaborativo Trello, foi possível mapear o fluxo produtivo, identificar gargalos e propor melhorias e a sistematização e descrição dos processos com base em indicadores de desempenho (KPIs). As análises mostraram que a padronização de componentes, a Engenharia de Valor e o controle de insumos podem reduzir o custo total dos produtos, além de aumentar a rastreabilidade e a eficiência operacional. O trabalho contribui para a consolidação de um modelo sistêmico de gestão, orientado por dados, voltado à melhoria contínua, sustentabilidade e competitividade no setor metalmeccânico.

Palavras-chave: Padronização operacional. Organização do fluxo produtivo. Aprimoramento sistemático. Gestão orientada por processos.

## ABSTRACT

FARIA, Victor Madeira Borges de. **Study and optimization of the production planning and control system based on quality management in a metal-mechanic company.** Bambuí: Federal Institute of Education, Science and Technology of Minas Gerais – Bambuí Campus, 2025. 146 p.

The present work aims to propose the implementation of a Quality Management System (QMS) in a metal-mechanic industry, based on the principles of ISO 9001:2015 and the PDCA cycle, applied to Production Planning and Control (PPC) and new product development. The research has an applied nature and a qualitative approach, using real production data, control spreadsheets, and economic simulations to analyze manufacturing costs, productivity, and technical feasibility. Through the integration of Excel and the collaborative software Trello, it was possible to map the production flow, identify bottlenecks, and propose improvements, as well as the systematization and description of processes based on performance indicators (KPIs). The analyses indicate that component standardization, Value Engineering, and input control can reduce the total cost of products, in addition to increasing traceability and operational efficiency. This study contributes to the consolidation of a systemic, data-driven management model focused on continuous improvement, sustainability, and competitiveness in the metal-mechanic sector.

**Keywords:** Operational standardization. Organization of the production flow. Systematic improvement. Process-oriented management.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Níveis planejamento	29
Quadro 2 – Ferramentas visuais	33
Quadro 3 – Tipos de variáveis de controle	34

## LISTA DE QUADROS

Figura 1 – Normas Regulamentadoras	44
Figura 2 – Funções nas empresas	51
Figura 3 - Organograma	52
Figura 4 – Relação entre setores e produção	58
Figura 5 – Demanda de projeto	61
Figura 6 – Diagrama de Demanda de Projeto	63
Figura 7- Ficha de Produção	65
Figura 8 – Layout monteeuse	71
Figura 9 – Ciclo PDCA planilhas	76
Figura 10 - Planilha de custos aba Peças	79
Figura 11 – Esquema abas das planilhas	79
Figura 12 – Planilha de custos aba detalhamento	81
Figura 13- Planilha de custos aba insumos	84
Figura 14 - planilha de custos aba conjuntos	86
Figura 15- Quadro de pedidos no Trello	90
Figura 16 – Informação de cores e card pintura	91
Figura 17- Card principal e lista PAM	92
Figura 18 – Lista pedidos entregues e quadro Pedidos Entregues	93
Figura 19 - Diagrama ciclo de produção baseado na qualidade	95
Figura 20 – Diagrama de ações no Trello	96
Figura 21 – Diagrama de informações no Trello	96
Figura 22 - Planilha PO 4,5m alt. 2,5m comprimento 2T	102
Figura 23 - Pórtico Ajustável CSM - 1º parte	106
Figura 24 - Pórtico ajustável CSM 2º parte	107

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Prazo e finalização de pedidos	97
Tabela 2 – Pórticos vendidos	100
Tabela 3 - Orçamentos de PO a partir de janeiro de 2024	101
Tabela 4 – Comparação Pórticos	105

## LISTA DE TABELAS

Gráfico 1 - Custo 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T	103
Gráfico 2 - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T sem a viga	103
Gráfico 3 - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13 e rodízios de 8"x3" 900Kg de capacidade de carga	104
Gráfico 4 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13	104
Gráfico 5 -PA 1T CSM	107
Gráfico 6 - PA 2T CSM	108

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ONU - Organização das Nações Unidas
- ISIC – *International Standard Industrial Classification*
- PCP – Planejamento e Controle de Produção
- OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development*
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- CNAE - Comissão Nacional de Atividades Econômicas
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- a.e.c. – Antes da era comum
- ART – Anotação de Responsabilidade Técnica
- CAD – *Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)*
- CAE – *Computer Aided Engineering*
- DNA– Ácido Desoxirribonucleico
- DXF – *Drawing Exchange Format.*
- EPI – Equipamento de Proteção Individual
- END – Ensaio Não Destrutivo
- EPS – Especificação de Procedimento de Soldagem
- ERP – *Enterprise Resource Planning* (sistemas integrados de planejamento de recursos) FP – Ficha de Produção
- SGQ – Gestão da Qualidade (estrutura textual)
- ISO – *International Organization for Standardization*
- MES – *Manufacturing Execution System (Trello como MES da empresa)*
- MG – Minas Gerais
- MP – Matéria-Prima (categoria de insumos em planilhas)
- MRP – Material Requirements Planning
- MRP II – *Manufacturing Resource Planning*
- NBR – Norma Brasileira Registrada
- NR – Norma Regulamentadora (Ministério do Trabalho)
- PA – Pórtico Ajustável (categoria técnica)
- PCP – Planejamento e Controle da Produção
- PDCA – *Plan, Do, Check, Act*
- PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

PLM – *Product Life Cycle Management*

PDM – *Product Data Management*

PO – Pórtico

PROD – Produção

QP – Quadro de Planejamento

QMS – *Quality Management System (Sistema de Gestão da Qualidade)*

RQPS – Registro de Qualificação de Procedimento de Soldagem

RNA – Ácido Ribonucleico (analogia de planilhas)

SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade

SIS – Sistemas de Informação (PCP e produção)

T – Tonelada

TQC – Controle total da qualidade

UN – Unidade

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>21</b>
2.1 Contexto	21
2.2 Objetivo geral	21
2.3 Objetivos específicos	22
2.4 Justificativa	22
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>23</b>
3.1 Indústria metalmecânica e processos produtivos	23
3.2 Qualidade	25
3.3 Planejamento e controle de produção (PCP)	29
3.3.1 <i>Planejamento</i>	29
3.3.2 <i>Controle</i>	30
3.3.3 <i>Execução e programação da produção</i>	31
3.3.4 <i>Gestão de Recursos</i>	31
3.4 <i>Sistemas de Informação no PCP</i>	32
3.4.1 <i>Sistemas de Informação na Produção</i>	32
3.4.2 <i>Sistemas de Informação Visual (Gestão Visual)</i>	32
3.4.3 <i>Variáveis de Controle e Monitoramento Operacional</i>	33
3.5 <i>Gestão de custos</i>	34
3.6 <i>Desenvolvimento de novos produtos na indústria metalmecânica</i>	35
3.7 <i>Ferramentas digitais na gestão e produção</i>	37
3.7.1 <i>Softwares 3D e Sistemas CAD/CAE</i>	37
3.7.2 <i>Sistemas PDM e PLM (Gestão de Informações do Produto)</i>	38
3.7.3 <i>Planilhas e Modelagem de Dados com Excel</i>	39
3.7.4 <i>Sistemas de Gestão Visual no Trello</i>	39
3.8 <i>Legislações e normas aplicáveis à segurança e operações industriais</i>	41
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>45</b>
4.1 <i>Caracterização da Pesquisa</i>	45
4.1.2 <i>Procedimentos e Contexto da Coleta de Dados</i>	45
4.2 <i>Instrumentos de coleta de dados</i>	46
4.2.1 <i>Pesquisa de Campo - Instrumentos Primários</i>	46
4.2.2 <i>Análise Documental: Dados Secundários</i>	47
4.3 <i>Análise e simulação de cenários</i>	48

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>49</b>
<b>5.1 Descrição do ambiente interno, externo da empresa e seu nicho de atuação</b>	<b>49</b>
<b>5.2 Descrição dos processos e pontos críticos</b>	<b>53</b>
<i>5.2.1 Descrição dos responsáveis</i>	<i>53</i>
<i>5.2.2 Integração entre Setores</i>	<i>57</i>
<i>5.2.3 Pontos críticos dos processos</i>	<i>59</i>
<i>5.2.4 Pontos críticos PDP</i>	<i>60</i>
<i>5.2.5 Pontos críticos PCP</i>	<i>64</i>
<i>5.2.6 Pontos críticos dos Suprimentos</i>	<i>66</i>
<i>5.2.7 Pontos Críticos Recebimento de Produtos</i>	<i>67</i>
<i>5.2.8 Pontos Críticos Produção</i>	<i>68</i>
<b>5.3 Descrição dos recursos e pontos críticos</b>	<b>72</b>
<b>5.4 Controle dos recursos e processos, um modelo de registro aplicado um sistema de gestão da qualidade baseado na interface excel/trello</b>	<b>77</b>
<i>5.4.1 Interface Excel</i>	<i>77</i>
<i>5.4.2 Interface Trello</i>	<i>87</i>
<i>5.4.3 Controle estatísticos dos dados</i>	<i>97</i>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>112</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A história da humanidade é, em sua essência, a história do planejamento e controle dos recursos a fim de chegar a resultados esperados. Desde os tempos mais remotos, a sobrevivência das primeiras sociedades humanas esteve associada à capacidade de observar, antecipar, descrever e organizar ações e recursos, diante das incertezas e previsões do ambiente.

Antes do domínio da escrita ou das ferramentas complexas, o fogo representou o primeiro grande marco cognitivo da humanidade, domá-lo exigiu observação, paciência e repetição, um exercício de planejamento. O conhecimento sobre quais madeiras queimavam melhor, como manter a chama acesa e como utilizá-la para cozinhar ou proteger o grupo era transmitido de forma oral, sujeito à perda e à distorção, mas essencial à sobrevivência. Essa oralidade constituiu o primeiro meio de gestão do conhecimento, um sistema de informação coletiva não registrada, que dependia da memória e da experiência compartilhada.

Com o passar das gerações, o acúmulo dessas experiências deu origem a um conhecimento de como fazer ou *know-how* coletivo. Grupos que cooperavam, observavam o ambiente e aprendiam com ele, prosperavam. Essa capacidade de aprendizado coletivo manifestou de forma exemplar na domesticação dos lobos, ocorrida entre 40.000 e 15.000 anos atrás (JULIUS *et al.* 2021). Harari (2015) observa que essa cooperação entre espécies foi um dos primeiros exemplos de planejamento social e cognitivo um exercício de confiança, comunicação e adaptação mútua que transformou predadores em aliados, através de uma série de benefícios mútuos que só eram possíveis devido à confiança, respeito e cooperação entre os grupos humanos e canídeos.

A Revolução Agrícola, iniciada há cerca de 12.000 anos, consolidou esse processo de planejamento e controle. A observação sistemática dos ciclos naturais e o domínio das estações possibilitaram ao ser humano prever colheitas, armazenar alimentos e controlar excedentes, inaugurando as primeiras estruturas econômicas organizadas, quando a experiência empírica se transforma em método. Harari (2015) complementa que esse período representou um salto cognitivo ao ser humano, quando passou a unir grupos por meio de narrativas, ideias subjetivas e objetivos compartilhados, o que contribuiu para estabelecer sociedades cada vez maiores, com base em confiança, informação e crenças compartilhadas.

O surgimento da escrita, por volta de 5.500 anos atrás, ampliou consideravelmente a capacidade humana de registrar e transmitir conhecimento. As primeiras tabuletas sumérias serviam para controlar estoques, registrar tributos e contabilizar recursos, transformando aquilo o que antes era memória oral em informação sistematizada esse domínio deu origem às primeiras legislações escritas, como o Código de Hamurábi, que institucionalizou o controle

e a padronização das normas sociais, um marco na história do planejamento, do controle e da qualidade.

O avanço da metalurgia trouxe uma nova dimensão à organização produtiva, o domínio do bronze e, mais tarde, do ferro, exigia processos repetitivos, controle de temperatura, medição e padronização, ou seja, planejamento técnico. Oficinas e ateliês tornaram-se centros de inovação, onde o conhecimento era transmitido entre mestres e aprendizes, consolidando uma cultura de produção baseada em experiência e método. O desenvolvimento da escrita e dos registros na Suméria, que hoje é a China e Egito, por exemplo, permitiu que esses povos registrassem e sistematizassem os processos de domínio dos metais, a fim de fazer previsões e simular situações para antever os resultados, com o fito de melhorar a qualidade do material e do processo, realidades que permitiram ao ser humano ter o verdadeiro domínio sobre o metal.

Por volta de 2.500 anos atrás, o pensamento humano começou a refletir sobre as próprias estruturas que havia criado. Na China, Confúcio buscava a harmonia entre prudência e disciplina moral. Para ele, um homem ou sociedade só podia prosperar ao seguir princípios básicos de sabedoria, que se traduzem em normas bem definidas a serem seguidas, não por obrigação ou medo mas pelo bem comum. Essas normas se estendem desde o respeito paternal, que pode ser estendido, até as lógicas de trabalho, onde o pai, ou patrão, deve respeitar e guiar seus filhos e, seus filhos (ou funcionários) devem respeitar e seguir seus pais, haja vista que a ética, a moralidade e a busca pelo conhecimento, para ele, deviam guiar a todos. Tais ensinamentos servem de base para uma espécie de cultura organizacional, que traria desenvolvimento e prosperidade aos povos do sudeste asiático.

No Ocidente, Pitágoras transformou conceitos do universo em matemática, e afirmava que tudo podia ser compreendido por ela, deu base ainda para que mais tarde, Platão e Aristóteles desenvolvessem conceitos semelhantes. Platão, em *A República*, defendeu a harmonia entre as partes da sociedade, governantes, guardiões e produtores, como condição da justiça à ideia de estrutura organizacional. Já Aristóteles, em *Ética a Nicômaco*, descreveu a prudência como virtude essencial da boa administração, o que seria a capacidade de agir racionalmente sobre os meios adequados para alcançar fins éticos e sustentáveis.

Na mesma época, em outras regiões, floresciam reflexões semelhantes. Na Índia, Chanakya (Kautilya) escreveu o *Arthashastra*, um tratado sobre política, economia e estratégia que descreve métodos de planejamento, espionagem, contabilidade e controle de recursos, um verdadeiro manual de gestão milenar. Esses paralelos demonstram que os princípios de planejamento, ética e controle emergiram de forma quase simultânea em civilizações distintas, o que revela um padrão universal de pensamento racional, não só como

pontos separados na história, mas como o resultado de tentar entender, descrever, prever, planejar, organizar e controlar recursos cada vez maiores não só em quantidade, mas também em complexidade.

Entre os séculos VIII e X, no mundo islâmico, pensadores como Al-Fârâbî retomaram e ampliaram essas ideias. Em *A Cidade Virtuosa*, ele defende que a harmonia social nasce do uso correto da razão e da cooperação humana, unindo ética, política e religião sob um ideal de ordem racional. Sabe-se que essa visão, muito ligada às ideias de Platão e Aristóteles, contribuiu para o florescimento científico e cultural do período, fato este que reforçou o papel do conhecimento e da organização como instrumentos do progresso.

Com a Revolução Científica nos séculos XVI e XVII, esses princípios ganharam forma sistemática. Bacon (1620), em *Novum Organum*, propôs o método experimental como forma de organizar o conhecimento, consolidando a lógica de observação, registro e mensuração, fundamentos da qualidade, administração e ciência moderna.

A Revolução Industrial, século XVIII, trouxe o planejamento ao centro das atividades produtivas. Smith (1776) demonstrou que a divisão do trabalho gera especialização e eficiência junto à ideia do valor dos recursos, em um cenário de mercado cada vez mais amplo e com mais partes interessadas. Mais tarde, Taylor (1911) trouxe a ideia de administração científica baseada em dados e estudos específicos de cada atividade, focados na produção, enquanto Fayol (1916) complementou estes estudos com ideias de divisões claras de atividades com foco na administração gerencial, mostrando que o planejamento e o controle de qualidade são funções administrativas importantes. Henry Ford consolidou métodos de padronização e compras em grandes lotes para assegurar que cada peça tivesse baixa variação dimensional e alta uniformidade de qualidade, pois máquinas alimentadas pelo homem podiam produzir mais e melhor, tornando sua produção contínua e eficiente

Após 1950, a industrialização e a complexidade das cadeias produtivas impulsionaram o desenvolvimento de novos sistemas que, com a utilização de computadores, tornava possível integrar informações sobre materiais, prazos, estoques e contabilizá-los. Ohno (2019) descreve o sistema Toyota baseado na produção pela necessidade, sustentado por dois pilares: fazer apenas na hora certa e automatização com toque humano. Assim, as máquinas, agora, passavam a trabalhar para as pessoas, evitando desperdícios e perda de tempo. Esses sistemas evoluíram se tornando cada vez mais sofisticados e com uma maior capacidade de variáveis produtivas, símbolos da gestão integrada moderna.

Na era digital, a Tecnologia da Informação (TI) tornou-se o principal vetor de eficiência e inovação. Weill e Ross (2006) afirmam que a TI passou a determinar o desempenho, quando bem estruturado na organização, enquanto Davenport (1998) destaca o desafio de transformar o excesso de informações e dados em conhecimento útil. Dessa forma, percebemos que a informação deve ser tratada como ativo estratégico capaz de gerar vantagem competitiva e aprendizado contínuo.

A biologia confirma que esse princípio é universal. Wilson (1975) observou que sociedades de abelhas e formigas utilizam padrões de comunicação, divisão de tarefas e armazenamento que se assemelham a sistemas humanos, esses dados são utilizados pelos integrantes da organização, a criarem reações individuais ou em cadeia, para alcançar os objetivos, mostrando que o sucesso dessas sociedades depende da capacidade de transformar sinais em ações coordenadas em um objetivo comum, e tal fato revela sinais de planejamento, controle e qualidade. Portanto, podemos contrapor colmeias à fábricas de mel, e formigueiros a criadores de fungos, bem semelhantes a uma indústria alimentícia em uma fazenda humana.

No contexto organizacional moderno, essa lógica manifesta-se no Planejamento e Controle da Produção (PCP), e sistemas de gestão da qualidade (SGQ). Segundo Slack *et al.* (2009), o PCP assegura que os recursos produtivos sejam utilizados de modo eficiente e equilibrado, integrando previsão, execução e qualidade desses produtos ou serviços, os conceitos de qualidade como destacados por Juran (1992), sem falhas e com boas características, podem ser complementados por ideias de Crosby (1979) de atender às expectativas e de controlar estatisticamente o processo como descreveu Deming (1986), com medições e limites de tolerância.

Assim, a trajetória humana do caçador coletor, que rastreava manadas e identificava frutos comestíveis ao gestor que analisa indicadores digitais e identifica falhas ou oportunidades, revela que existe uma linha contínua de aperfeiçoamento cognitivo e organizacional, baseado na descrição dos processos, entendimento dos recursos, planejamento, simulações das ações e dos riscos, controle da qualidade de suas ações, e aprendizado contínuo com a experiência, prova real de que o que começou como sobrevivência, tornou-se estratégia, e o que era experiência, tornou-se ciência.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Desenvolver e aplicar um modelo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) baseado na qualidade e na descrição visual das demandas, aplicando um controle baseado na integração dos softwares Telo e Excel, com o foco em criar uma base de dados que pode ser aplicada para a comparação de linhas e processos em busca da melhoria contínua.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Descrever o ambiente interno e externo da empresa e seu nicho de atuação;
- Descrever os processos produtivos e identificar os pontos críticos;
- Descrever recursos e identificar os pontos críticos;
- Descrever o sistema de planejamento e controle, baseado na interface Excel/Trello.

### **2.3 Justificativa**

No ambiente empresarial, caracterizado por alta competitividade, ciclos produtivos cada vez mais curtos e clientes mais informados e exigentes, a qualidade deixa de ser um diferencial e se torna uma condição básica para a permanência das organizações no mercado. A demanda crescente por confiabilidade, rastreabilidade e desempenho dos produtos exige que as empresas dominem seus processos internos, garantindo estabilidade, previsibilidade e melhoria contínua. Nesse contexto, a descrição clara dos processos, a definição de limites de controle, o estabelecimento de padrões operacionais e a adoção de ferramentas formais de gestão tornam-se fundamentais para elevar a maturidade organizacional.

Esse movimento ao promover uma visão sistêmica da produção, permite que a empresa integre pessoas, recursos, métodos e informações de maneira coordenada. Ao documentar processos, estabelecer procedimentos operacionais e monitorar indicadores, a organização reduz variações, elimina desperdícios e desenvolve um ambiente no qual problemas são identificados com rapidez e tratados em sua causa raiz, conceitos estes alinhados à lógica da melhoria contínua e da gestão científica dos processos.

Além disso, ao padronizar atividades e registrar o conhecimento técnico, a empresa cria condições para garantir consistência na produção, replicar práticas bem-sucedidas e minimizar erros operacionais.

Esses elementos tornam o presente trabalho uma busca por transformar práticas empíricas em métodos organizados. Dessa forma, a empresa fortalece sua capacidade competitiva, aumenta sua confiabilidade perante os clientes e desenvolve condições para sustentar um ciclo contínuo de melhoria, inovação e crescimento.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Revisões de literatura relacionadas ao Planejamento e Controle da Produção, à Gestão da Qualidade e Normas Regulamentadoras foram essenciais para a compreensão dos fundamentos teóricos que embasam este estudo, possibilitando a aplicação adequada das ações propostas, a análise dos dados obtidos e a correta avaliação dos resultados, o que contribui para o desenvolvimento e consolidação do trabalho.

#### 3.1 Indústria metalmeccânica e processos produtivos

A indústria Metalmeccânica constitui um setor estratégico no desenvolvimento econômico e industrial, pois é responsável por transformar materiais metálicos em peças, estruturas e equipamentos utilizados em diversos segmentos produtivos, uma vez que atendem diferentes cadeias produtivas. O que define esse setor não é apenas a matéria-prima que utiliza, mas a forma como agrega valor por meio de processos técnicos como corte, dobra, usinagem, conformação, soldagem, montagem e acabamento.

O trabalho com metais, conforme a Encyclopaedia Britannica (2025), abrange o conjunto de técnicas empregadas para moldar, transformar e dar forma a materiais metálicos, envolvendo processos como fundição, forjamento, soldagem, usinagem e acabamento. A enciclopédia descreve o *metalwork* como a atividade responsável por converter metais brutos em ferramentas, estruturas, componentes e objetos funcionais ou decorativos, utilizando diferentes métodos de conformação e união para gerar produtos duráveis e de alto desempenho. Em síntese, trata-se de um campo que combina conhecimento técnico, domínio dos materiais e aplicação de processos industriais, constituindo a base histórica e tecnológica das práticas modernas de fabricação metálica.

Em nível nacional e internacional, os principais sistemas de classificação econômica tratam o setor metalmeccânico de maneira semelhante, organizando atividades dentro do conjunto mais amplo da indústria de transformação. A Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da ISIC – *International Standard Industrial Classification*, estrutura as atividades industriais em divisões que abrangem desde a fabricação de metais básicos até a produção de máquinas, equipamentos e produtos metálicos manufaturados.

A *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), utiliza classificações compatíveis com a ISIC, analisa esses mesmos grupos industriais para fins

estatísticos e econômicos, frequentemente tratando “*metalworking*”, “*fabricated metal products*” e “*machinery manufacturing*” dentro de um mesmo conjunto produtivo devido à sua interdependência tecnológica e estrutural. No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Comissão Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), adota classificação alinhada à ISIC e organiza a indústria metalmeccânica nos grupos referentes à metalurgia, produtos de metal, máquinas e equipamentos, refletindo uma mesma segmentação utilizada pelos organismos internacionais.

A presença de atividades metalúrgicas no Brasil remonta ao período colonial, quando pequenas oficinas realizavam trabalhos em ferro forjado, ferramentas e utensílios básicos, ainda sob forte limitação técnica e política imposta pela Coroa portuguesa. Segundo Lima (1970), somente com o desenvolvimento da produção interna de ferro e, mais tarde, com o fortalecimento da siderurgia nacional, tornou-se possível estruturar uma indústria de base capaz de sustentar setores dependentes de transformação mecânica.

A expansão industrial do século XX, especialmente impulsionada pela implantação da indústria automobilística e pelo aumento da demanda por bens de capital, levou ao surgimento de empresas especializadas em trabalhar o metal para usos cada vez mais diversos, desde estruturas e máquinas até componentes de alta precisão. Assim, consolida no país um parque metalmeccânico articulado à siderurgia, apoiado por novas tecnologias, plantas industriais mais complexas e processos produtivos que envolvem conformação mecânica, usinagem, projeto e soldagem, elementos fundamentais para o desenvolvimento da indústria brasileira moderna. Essa cadeia caracteriza-se pela interdependência entre empresas produtoras de insumos metálicos, fabricantes de máquinas, estruturas e equipamentos, o que estrutura o chamado complexo metalomeccânico (CAZELLA, 2016).

A demanda por personalização tem levado a indústria a trabalhar em modelos de alto mix de produtos e baixo volume, nos quais grandes variedades de itens são produzidas em pequenos lotes e sob encomenda, conforme descrito por Ohno (2019).

Esse ambiente exige flexibilidade elevada, já que cada produto pode demandar rotas produtivas e *setups* distintos, isso se manifesta na fabricação de peças sob medida, estruturas exclusivas e componentes específicos para cada cliente, o que amplia a necessidade de planejamento e processos adaptáveis.

Os processos de corte nessa indústria constituem a etapa inicial de transformação do material e determinam a qualidade dimensional das peças subsequentes. Segundo informações do Telecurso 2000, métodos mecânicos como serra e serra-fita utilizam lâminas dentadas para

seccionar barras, perfis e tubos metálicos com baixa geração de calor e boa precisão, enquanto a guilhotina realiza cortes retilíneos por cisalhamento, sendo indicada para chapas e operações de alto volume. Para situações que exigem maior velocidade ou precisão térmica, Carvalho (2021) descreve processos como plasma, que emprega jato de gás ionizado para fundir e expulsar o metal, e laser, que concentra energia luminosa para cortes de alta definição. O jato d'água, também citado, permite cortes a frio, preservando as propriedades metalúrgicas da peça. A automação dessas operações ocorre pela aplicação de CNC (Comando Numérico Computadorizado), que controla movimentos e trajetórias de corte, garantindo repetibilidade e precisão ao programar deslocamento, velocidade e profundidade, sendo utilizada principalmente em equipamentos de plasma, laser e jato d'água.

Após o corte, a manufatura segue para processos de remoção de material, conformação e união. A usinagem, conforme Pereira (2020), envolve tornos, fresadoras e centros CNC capazes de gerar superfícies precisas, cavidades, roscas e geometrias complexas por meio de remoção controlada de cavacos, garantindo tolerâncias estreitas essenciais para peças técnicas.

A dobra mecânica, realizada em prensas com ferramentas específicas, modifica a forma de chapas e perfis sem remoção de material, criando ângulos, abas ou perfis especiais necessários para estruturas e componentes personalizados. A fase final costuma envolver soldagem, e o manual técnico da Escola Politécnica da USP (Batalha, 2003) detalha processos como MIG/MAG, que utilizam arco elétrico com proteção gasosa para a união de itens de mesmo material, em especial aço e alumínio, possibilitando à indústria metalmeccânica fabricar desde peças seriadas até estruturas complexas sob medida, em diversos formatos e combinações atendendo às crescentes demandas de flexibilidade e personalização.

### **3.2 Qualidade**

A noção de qualidade, no contexto das organizações, envolve garantir que produtos e serviços atendam às necessidades, expectativas e critérios estabelecidos pelos usuários e pela própria empresa. Para Feigenbaum (1983), qualidade corresponde à totalidade das características que permitem a um produto ou serviço atender plenamente às expectativas do cliente, revelando que a responsabilidade pela qualidade é compartilhada por toda a organização. Reforçando que qualidade implica satisfazer expectativas de forma consistente, responsável e orientada ao cliente, incorporando uma dimensão ética fundamental.

Essa dimensão ética tem raízes históricas profundas. Platão, em *A República*, argumenta que a excelência (areté) depende da harmonia e do equilíbrio entre as partes que compõem o todo, sugerindo que um sistema só é verdadeiramente bom quando suas partes funcionam de forma integrada e justa (PLATÃO, séc. V a.e.c.). Confúcio, por sua vez, destaca nos *Analectos* que a retidão moral (yi) e a conduta apropriada (li) aliadas a empatia e benevolência (ren) devem orientar toda a ação humana, estabelecendo que a qualidade não é apenas eficiência, mas também coerência ética, retidão e responsabilidade (CONFÚCIO, séc. V a.e.c.). Assim, a qualidade pode ser compreendida como um compromisso técnico, moral e ético, fazer o correto, da forma correta e para um propósito correto.

No ambiente produtivo, a qualidade assume um papel sistêmico. Shingo (1996) argumenta que um processo é composto por etapas de transformação, inspeção, transporte e espera, e que a melhoria contínua exige compreender separadamente os fluxos de produto e de operação. Assim, a qualidade não está apenas no produto, mas em cada fase da produção.

No ambiente produtivo, a qualidade assume um papel sistêmico. Conforme Slack *et al.* (2009) explicam, todas as operações produtivas compartilham características fundamentais, pois são processos que transformam recursos de entrada (*input*) em recursos de saída (*output*). Esses recursos de entrada incluem tanto recursos transformadores, instalações e pessoas, quanto recursos transformados, como materiais, informações e consumidores. As operações transformam esses recursos modificando suas propriedades físicas, informativas ou de localização, e produzem diferentes combinações de bens tangíveis e serviços intangíveis. Além disso, os autores apontam que operações podem ser analisadas como microoperações interligadas por relações internas de fornecedor–cliente, formando uma rede de processos que compõem toda a organização. Assim, administrar operações envolve projetar, planejar, controlar e melhorar a produção de forma que os processos fluam de maneira coerente, eficiente e previsível, traduzindo a direção estratégica da empresa em ação prática e garantindo resultados consistentes.

Para Campos (2004), compreender um processo significa reconhecer que todo resultado é efeito de um conjunto de causas que o antecedem. Assim, as entradas (*inputs*) são os fatores que condicionam o desempenho, como materiais, máquinas, métodos, mão de obra, ambiente e medições, elementos que influenciam a forma como o trabalho é executado. O processo é definido como um conjunto que promove efeitos, o que implica analisar as relações de causa e efeito, separar adequadamente cada fator envolvido e estabelecer padrões de execução. A saída (*output*) corresponde ao efeito produzido, pode ser um resultado desejável (produto conforme, serviço bem executado) ou um resultado indesejável (defeito, falha, problema).

Dessa forma, a gestão eficaz do processo envolve identificar as causas que compõem as entradas, compreender sua interação e atuar sistematicamente para garantir que o efeito final seja consistente e alinhado com os objetivos da organização.

O ciclo PDCA é um método estruturado de melhoria contínua originalmente proposto por Walter A. Shewhart nos anos 1930 e amplamente difundido por W. Edwards Deming na reconstrução industrial do pós-guerra. Ele organiza o gerenciamento em quatro etapas: Planejar (*Plan*), definindo metas, causas e métodos; Executar (*Do*), colocando o plano em prática; Verificar (*Check*), comparando resultados com o padrão; e Agir (*Act*), padronizando melhorias e corrigindo falhas. Esse ciclo é um pilar do TQM (*Total Quality Management*), filosofia desenvolvida em diversos trabalhos, por autores como Feigenbaum, Deming, Juran e Ishikawa, que defendem a qualidade como responsabilidade de todos os níveis organizacionais, orientada ao cliente, baseada em dados e voltada à prevenção de falhas.

No TQM, o foco está em processos estáveis, participação das pessoas, melhoria contínua e alinhamento entre estratégia e operação, constituindo um sistema integrado para elevar desempenho, reduzir variabilidade e reforçar a competitividade organizacional. Essa visão se conecta diretamente às normas internacionais de gestão da qualidade, especialmente a ISO 9001, que estabelece requisitos para Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ). A referida norma orienta organizações a documentar processos, monitorar indicadores, analisar riscos, padronizar atividades e promover a melhoria contínua dos processos de maneira geral.

Publicada pela *International Organization for Standardization* (ISO), sediada em Genebra, a ISO 9001 é reconhecida mundialmente como referência para práticas de gestão. A certificação é supervisionada no Brasil pelo INMETRO, membro do *International Accreditation Forum* (IAF), uma associação mundial de organismos de acreditação e outras entidades interessadas na avaliação da conformidade, e a tradução oficial da norma é realizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resultando na versão ABNT NBR ISO 9001:2015.

Além de definir requisitos, a ISO 9001:2015 estabelece uma forma de pensar e gerenciar organizações. Seu modelo baseia-se no ciclo PDCA, na abordagem por processos, na liderança ativa da direção, na análise de riscos e oportunidades e na tomada de decisões fundamentada em evidências. Para que uma empresa seja certificada, é necessário que ela demonstre capacidade de controlar seus processos, garantir a conformidade dos produtos ou serviços, registrar evidências documentais e manter mecanismos de avaliação contínua, como auditorias internas, reuniões de análise crítica e gestão de indicadores.

Diante do exposto, portanto, verifica-se que a ISO 9001 fortalece a gestão por processos ao integrar as etapas da organização em uma cadeia estruturada, promovendo maior eficiência, padronização, melhoria da qualidade e aumento da satisfação dos clientes, além de contribuir para melhores resultados organizacionais.(TARÍ; MOLINA-AZORÍN; HERAS, 2012).

Segundo a ISO 9001:2015 o processo de certificação exige que a organização implemente um Sistema de Gestão da Qualidade formalizado, contendo:

- Política e objetivos da qualidade alinhados à estratégia; Mapeamento e padronização dos processos, incluindo entradas, saídas, responsabilidades e controles;
- Registros e evidências que comprovem a execução dos processos e o atendimento aos requisitos;
- Controle de documentos e informações para garantir rastreabilidade e atualização;
- Gestão de riscos e ações para tratamento de não conformidades;
- Treinamento e capacitação do pessoal envolvido;
- Auditorias internas periódicas para verificar a eficácia do sistema;
- Melhoria contínua, demonstrada por análise crítica da direção, indicadores e ações corretivas.

Após a implementação, a empresa precisa contratar um Organismo de Certificação de Sistemas (OCS) acreditado pelo INMETRO para realizar a auditoria externa. Essa auditoria ocorre em duas etapas:

1. Auditoria de adequação, verificando documentos, registros e aderência aos requisitos;
2. Auditoria de conformidade, avaliando a prática dos processos no ambiente real de trabalho.

Se não forem identificadas falhas graves, a empresa recebe um certificado válido por três anos, sujeito a auditorias de manutenção anuais. Assim, a ISO 9001:2015 não é apenas uma certificação, mas um modelo de gestão que estrutura a organização para a estabilidade, a melhoria contínua e o foco no cliente.

Assim, quando vista sob uma perspectiva histórica, filosófica e técnica, a qualidade não é apenas um mecanismo de controle ou instrumento de eficiência produtiva. Ela expressa uma forma de agir estruturada na ética, na coerência, no respeito às pessoas e no valor que produtos e serviços geram para a sociedade.

### 3.3 Planejamento e controle de produção (PCP)

A administração da produção, segundo Slack *et al.* (2009), consiste em gerenciar recursos industriais, materiais, máquinas, pessoas, informações e capacidade, de modo que os fluxos produtivos ocorram de forma coordenada, estável e eficiente. O sistema de fabricação é formado por processos interdependentes, cujo desempenho depende da integração entre setores, da disponibilidade de insumos, da definição de rotinas e da adequação do arranjo físico.

A gestão da produção deve considerar o ambiente competitivo e buscar equilíbrio entre capacidade, prazos, custos e qualidade. Nesse contexto, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) assume papel central. Conforme Tubino (1997), sua função é coordenar os recursos produtivos em diferentes níveis, estratégico, tático e operacional, definindo o que produzir, quanto, quando e com quais recursos. Portanto, o PCP articula decisões sobre compras, capacidade e programação das ordens, essa coordenação envolve não apenas planejar, mas também acompanhar e controlar as atividades para garantir estabilidade e eficiência no fluxo industrial da qualidade, o quadro 1 mostra os níveis de planejamento segundo Tubino (1997).

Quadro 1 – níveis planejamento

Horizonte	Foco	Exemplos
<b>Longo prazo</b>	Estratégico	Capacidade produtiva, layout industrial, Investimentos
<b>Médio prazo</b>	Tático	Planos agregados, políticas de estoque, dimensionamento de equipes
<b>Curto prazo</b>	Operacional	Programação de ordens, sequência de máquinas, alocação de operadores

Fonte: Adaptado de: Tubino, 1997.

#### 3.3.1 Planejamento

Planejar significa decidir antecipadamente o que fazer, como fazer e com quais recursos, estabelecendo caminhos para que a operação alcance seus objetivos. Slack *et al.* (2009) reforçam que o planejamento coordena a transformação dos insumos em produtos,

garantindo viabilidade técnica e econômica ao sincronizar recursos, tempo e demanda. Assim, o planejamento funciona como a estrutura lógica da produção e define prioridades, organiza meios e estabelece as bases para a execução eficiente no chão de fábrica.

A evolução dos sistemas de planejamento levou ao desenvolvimento de ferramentas como o MRP I, que, conforme Corrêa *et al.* (2000), calcula as necessidades de materiais com base na estrutura do produto, no consumo previsto e nos prazos de reposição. O MRP I garante que o material esteja disponível no momento exato em que será utilizado, reduzindo tanto excessos em estoque quanto riscos de parada. No entanto, por considerar apenas materiais, sua limitação reside em não avaliar a capacidade real de execução.

Essa lacuna deu origem ao MRP II, descrito por Tubino (1997) como um sistema de planejamento dos recursos de manufatura, integrando informações de máquinas, mão de obra, manutenção e energia. O MRP II permite que o planejamento considere não apenas o que deve ser produzido, mas também se a fábrica é capaz de produzir, ajustando ritmos, cargas e turnos. Desse modo, o planejamento deixa de ser apenas um cálculo teórico para se tornar um processo integrado à capacidade física da operação.

### **3.3.2 Controle**

Se o planejamento define o caminho, o controle assegura que ele seja seguido. Segundo Campos (2004), controlar significa comparar o resultado obtido com o resultado planejado e agir sobre as causas das diferenças, garantindo que o processo permaneça dentro dos padrões estabelecidos. O controle envolve acompanhar tempos de ciclo, produtividade, consumo de materiais, eficiência das máquinas e indicadores operacionais. Shingo (1996) reforça que a eficácia do controle depende da eliminação sistemática das perdas, esperas, movimentações desnecessárias, retrabalho, ociosidade e superprodução que aumentam variações e tornam o fluxo instável. A gestão de materiais também é parte central do controle, Dias (2014) destaca que o equilíbrio entre falta e excesso de estoque é determinante para a fluidez da operação. Já Gaither e Frazier (2001) complementam que a capacidade produtiva resulta da interação entre equipamentos, mão de obra e planejamento, exigindo monitoramento contínuo para garantir confiabilidade. Assim, o controle transforma informações reais do processo em decisões corretivas, assegurando estabilidade operacional e aderência ao que foi planejado.

### **3.3.3 Execução e programação da produção**

A execução corresponde ao conjunto de atividades que transformam insumos, materiais, mão de obra, energia e informações em produtos acabados. Para que essa transformação ocorra de forma eficiente, é necessário programar a produção. Slack *et al.* (2009) explicam que a programação estabelece a ordem, o momento e a capacidade destinados a cada tarefa, buscando equilibrar carga de trabalho, reduzir esperas e sincronizar processos. O objetivo é garantir que os recursos estejam disponíveis na hora certa, evitando interrupções e atrasos. Shingo (1996) reforça que a eficiência da execução depende da eliminação de perdas, como esperas, movimentações desnecessárias, estoques intermediários e retrabalho, que aumentam a variabilidade e reduzem o fluxo. Assim, a programação transforma o plano em ação coordenada, define o sequenciamento das operações, ajusta os ritmos produtivos e assegura que o fluxo siga de forma contínua até a entrega final.

### **3.3.4 Gestão de Recursos**

A gestão de recursos integra materiais, equipamentos, capacidade produtiva e pessoas, garantindo que a operação tenha condições de executar o que foi planejado. A gestão de materiais, segundo Dias (2014), deve equilibrar estoques para evitar tanto a falta, que paralisa a produção, quanto o excesso, que imobiliza capital e aumenta custos. Gaither e Frazier (2001) complementam que os estoques funcionam como amortecedores contra variações da demanda, mas precisam ser dimensionados de forma racional para preservar a eficiência. No âmbito dos equipamentos, Shingo (1996) destaca que a disponibilidade e a confiabilidade das máquinas determinam a capacidade produtiva, e práticas como *setups* rápidos e manutenção preventiva são fundamentais para reduzir paradas e eliminar desperdícios. A gestão de pessoas também compõe esse conjunto. Conforme Santos e Batalha (2010), a mão de obra é um recurso estratégico cujo desempenho depende de instruções claras, padronização de tarefas e desenvolvimento contínuo de competências, fatores que reduzem erros, retrabalho e variação do processo. Assim, a gestão de recursos garante que materiais, máquinas e pessoas estejam sincronizados, permitindo que o sistema produtivo opere com fluidez, estabilidade e capacidade de resposta às demandas.

### **3.4 Sistemas de Informação no PCP**

O desempenho de um sistema produtivo depende diretamente da forma como a informação é registrada, circula e sustenta a tomada de decisão. Para Slack *et al.* (2009), a produção só funciona de maneira eficiente quando o fluxo de informações é confiável, contínuo e coerente com a realidade operacional. Assim, os sistemas de informação tornam-se elementos estruturantes da administração da produção, integrando planejamento, programação, controle e execução, e permitindo que os diversos setores atuem de forma sincronizada.

#### ***3.4.1 Sistemas de Informação na Produção***

Segundo Corrêa *et al.* (2000), sistemas de informação são conjuntos organizados de dados, métodos e tecnologias que auxiliam decisões operacionais e gerenciais, garantindo precisão, rastreabilidade e rapidez. No contexto do PCP, esses sistemas registram ordens de produção, controlam o consumo e a movimentação de materiais, programam máquinas e turnos, monitoram tempos e produtividade, além de gerar indicadores essenciais para análise de desempenho. Bonney (2000) destaca que o PCP só opera corretamente quando o fluxo informacional é estruturado, pois a programação depende de dados precisos sobre demanda, capacidade e disponibilidade de recursos. Pires (1999) complementa que sistemas informatizados reduzem incertezas e facilitam o planejamento integrado, entretanto alerta que dados incorretos geram decisões igualmente distorcidas, reforçando a importância da qualidade das informações de entrada.

#### ***3.4.2 Sistemas de Gestão Visual***

A Gestão Visual utiliza elementos gráficos, cores e sinalizações para comunicar de forma rápida o estado de um processo, facilitando a interpretação e agilizando respostas. Shingo (1996) enfatiza que a visualização imediata das anomalias reduz tempos de reação, evita perdas e aumenta o controle operacional. O objetivo é tornar o processo visível, permitindo que qualquer colaborador identifique condições normais e anormais sem depender de relatórios complexos. Entre os principais dispositivos visuais utilizados na indústria estão os sinais luminosos, que indicam falhas e paradas em tempo real, painéis de produção, que

exibem metas e desempenho, sinalizações no piso, que orientam fluxos de materiais, e cartões Kanban, sistema criado na Toyota nos anos 1950 por Taiichi Ohno, baseado no princípio do fluxo puxado. Por meio de cartões, quadros ou sinais, o Kanban regula reposição, movimentação e sequência das atividades, garantindo que cada etapa produza apenas o que a etapa seguinte necessita, no momento correto, reduzindo estoques intermediários e aumentando a transparência operacional. Somam-se a esses dispositivos as etiquetas de inspeção, que comunicam o status de conferência. Para Slack *et al.* (2009), os sistemas visuais ampliam a transparência dos processos, fortalecem a autonomia das equipes e reduzem a necessidade de instruções verbais, contribuindo para fluxos mais estáveis e previsíveis. O quadro 2 apresenta essas ferramentas.

Quadro 2 – ferramentas visuais

Ferramenta Visual	Função
Sinais luminosos	Indicar parada ou falha em tempo real
Painéis de produção	Exibir metas, ritmo e resultados
Sinalização no chão	Definir rotas de fluxo de materiais
Cartões Kanban	Controlar movimentação e reposição de peças
Etiquetas de inspeção	Mostrar status de conferência

Fonte: Adaptado de: Slack *et al.* 2009.

### 3.4.3 Variáveis de Controle e Monitoramento Operacional

Controlar significa acompanhar indicadores do processo e agir de forma a corrigir erros, sempre que necessário. Segundo Campos (2004), o controle só se efetiva quando há comparação entre o planejado e o realizado, seguida de ações destinadas a eliminar as causas dos desvios. No ambiente produtivo, as variáveis de controle podem ser classificadas em quatro grupos principais sendo, quantitativas, como quantidade produzida e consumo de matéria-prima, utilizadas para avaliar eficiência e identificar perdas, temporais, como tempos de ciclo, *setup* e *lead time*, essenciais para sincronizar o fluxo.

Já as qualitativas, envolvem conformidade dimensional e taxa de retrabalho, garantindo padrões e prevenindo falhas, e variáveis de capacidade, relacionadas à disponibilidade de máquinas e operadores, fundamentais para planejar lotes e sequenciamento.

O quadro 3 apresenta essas variáveis segundo o tipo, exemplos e finalidade.

Quadro 3 – Tipos de variáveis de controle

Tipos de Variável	Exemplos	Finalidade
Quantitativas	Quantidade produzida, consumo de matéria-prima	Avaliar eficiência e perdas
Temporais	Tempo de ciclo, tempo de <i>setup</i> , <i>lead time</i>	Sincronizar fluxo de produção
Qualitativas	Taxa de retrabalho, conformidade dimensional	Garantir padrões e evitar falhas
Capacidade	Disponibilidade de máquinas e operadores	Planejar lotes e sequenciamento

Fonte: Adaptado de: Campos, 2004.

### 3.5 Gestão de custos

A gestão de custos é fundamental para compreender como os recursos da empresa são consumidos ao longo do processo produtivo e como esses consumos influenciam preços, margens e competitividade. Para Martins e Rocha (2003), custos incluem todos os gastos necessários à produção, como matéria-prima, mão de obra e custos indiretos. Crepaldi (2020) reforça que a gestão de custos funciona como um sistema de informação gerencial, transformando dados em conhecimento útil para decisões sobre planejamento, investimentos e eficiência operacional. Em essência, controlar custos significa tornar visível onde o dinheiro realmente é gasto e como isso afeta o desempenho global da empresa.

Do ponto de vista operacional, custo é o esforço econômico necessário para transformar insumos em produtos, abrangendo materiais, tempo de máquina, energia, mão de obra e atividades de apoio. Padoveze (2010) destaca que a contabilidade gerencial deve mapear esses consumos para apoiar escolhas entre alternativas de produção. Pompermayer e Lima (2002) afirmam que a gestão de custos cumpre duas funções complementares sendo elas registrar os gastos e interpretá-los, identificando desperdícios e oportunidades de melhoria. Schier (2013) aponta que distinguir custos diretos e indiretos, fixos e variáveis, é essencial para calcular corretamente o custo unitário, definir margens de contribuição e avaliar a viabilidade econômica de produtos e serviços.

Na indústria metalmeccânica, a gestão de custos torna-se ainda mais estratégica em razão da complexidade dos processos, da variedade de operações e do elevado grau de customização. Pesquisas demonstram que empresas do setor que adotam sistemas estruturados de custos obtêm maior vantagem competitiva. Cazella *et al.* (2016) mostram que esse controle aprimora decisões sobre preços e mix de produtos, Friedrich e Souza (2014) destacam a importância de conhecer custos internos e custos praticados por concorrentes, Chirolí *et al.* (2016) evidenciam que falhas, retrabalhos e custos da qualidade podem comprometer severamente as margens quando não são monitorados de forma precisa. O uso de métodos como o ABC, conforme demonstrado por Saniuk *et al.* (2011), ajuda a revelar o custo real de cada atividade, permitindo identificar processos caros, gargalos e produtos mais rentáveis.

A implantação prática de um sistema de gestão de custos requer disciplina, padronização e integração entre setores. Pompermayer (1999) relata que muitas empresas enfrentam dificuldades devido à falta de registro adequado, à baixa cultura de controle e à escolha incorreta de métodos. Estudos como o de Castro Silva *et al.* (2013) indicam que um sistema eficaz depende de mapear atividades, definir centros de custos, coletar dados reais de materiais, tempos e energia e analisar continuamente as informações. Medina *et al.* (2009) alertam que sistemas pouco confiáveis geram decisões equivocadas e perda de competitividade. Quando bem aplicado, o controle de custos permite simular cenários, avaliar alternativas de produção, decidir entre internalizar ou terceirizar etapas e orientar melhorias contínuas, tornando-se um instrumento estratégico para a sustentabilidade e competitividade das empresas.

### **3.6 Desenvolvimento de novos produtos na indústria metalmeccânica**

O desenvolvimento de novos produtos na indústria metalmeccânica é um processo estratégico que combina conhecimento técnico, capacidade produtiva, inovação incremental e adaptação às demandas do mercado. Estudos como o de Villa *et al.* (2018), mostram que o setor metalúrgico evoluiu apoiado em ciclos contínuos de inovação, absorção tecnológica e especialização produtiva. Esse movimento evidencia que a competitividade no setor não depende apenas de capacidade fabril, mas da habilidade das empresas em renovar produtos,

incorporar melhorias técnicas e responder rapidamente às exigências de seus clientes. Orchard (2016) destaca que o crescimento sustentável das indústrias metalúrgicas está associado à capacidade de integrar inovação, engenharia de produto e eficiência operacional, criando soluções que acompanham a dinâmica do mercado e fortalecem a posição competitiva das empresas.

Diagnósticos recentes do setor reforçam que o Processo de Desenvolvimento de Produtos desempenha papel essencial na competitividade industrial. Rossetti e Fernandez (2024), ao analisarem empresas metalmeccânicas latino-americanas, identificaram que grande parte das inovações surge de melhorias no chão de fábrica, da observação das necessidades dos usuários e da integração entre equipes de engenharia, produção e qualidade. Para Saniuk *et al.* (2011), o desempenho no desenvolvimento de novos produtos depende de uma gestão sistemática do processo, com foco em indicadores de produtividade, sustentabilidade e desempenho técnico. O setor metalmeccânico apresenta desafios específicos, como altos custos de prototipagem, dependência de precisão dimensional e necessidade de validação rigorosa dos materiais, o que reforça a importância de metodologias estruturadas para reduzir retrabalhos e acelerar o lançamento de novos produtos.

Mello *et al.* (2012) destacam que o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) se torna mais eficiente quando estruturado em fases com critérios claros de decisão, evitando retrabalhos e melhorando a alocação de recursos. Nesse contexto, o modelo Stage-Gate, desenvolvido por Cooper (1990), oferece uma metodologia que organiza o PDP em etapas sequenciais interligadas (*stages*) e pontos de decisão (*gates*). Em cada etapa, a equipe realiza atividades como análise técnica, engenharia conceitual, avaliação econômica, prototipagem e testes. Ao final de cada etapa, os *gates* funcionam como filtros estratégicos em que gestores verificam se os requisitos foram atendidos, avaliando viabilidade técnica, custos, riscos, alinhamento com a estratégia e capacidade produtiva. Somente os projetos que cumprem esses critérios avançam para fases subsequentes. Essa lógica progressiva reduz incertezas, evita o avanço de projetos inviáveis e aumenta a previsibilidade do desenvolvimento, o que é especialmente relevante na indústria metalmeccânica, onde mudanças tardias no produto ou no processo podem gerar custos elevados.

Nesse contexto, Ogola (2007) mostra que a difusão tecnológica é determinante para ampliar a capacidade de inovar, especialmente em setores que dependem de máquinas, ferramentas e softwares de alta performance. Cunha *et al.* (2011) reforçam que sistemas de informação e ferramentas de gerenciamento do conhecimento são essenciais para registrar

lições aprendidas, padronizar processos e apoiar equipes de engenharia, permitindo que o desenvolvimento de novos produtos seja mais rápido, confiável e alinhado às necessidades do mercado.

### **3.7 Ferramentas digitais na gestão e produção**

A transformação digital tem ampliado a eficiência industrial ao introduzir ferramentas capazes de integrar dados, apoiar decisões e melhorar o controle dos processos. Na indústria metalmeccânica, Romero *et al.* (2020) mostram que tecnologias digitais fortalecem o monitoramento e a melhoria contínua no chão de fábrica ao aumentar a rastreabilidade e a visibilidade operacional. Já Diogo *et al.* (2019) evidenciam que a digitalização da informação e da gestão do conhecimento aprimora a capacidade decisória e padroniza processos, contribuindo para maior agilidade e precisão nas operações.

Esses sistemas permitem organizar informações, padronizar rotinas e acompanhar o desempenho em tempo real, criando um ambiente mais estável e alinhado às demandas produtivas. Assim, neste capítulo são apresentadas algumas ferramentas digitais aplicadas à gestão da produção, planejamento, controle e qualidade como plataformas de modelagem, sistemas de gestão de dados e soluções de apoio ao PCP destacando seu papel no aumento da produtividade e na competitividade das empresas.

#### **3.7.1 Softwares 3D e Sistemas CAD/CAE**

Ferramentas de modelagem 3D e sistemas CAD/CAE (*Computer Aided Design / Computer Aided Engineering*) são ambientes digitais que permitem criar, analisar e otimizar virtualmente peças mecânicas, conjuntos e estruturas antes da fabricação. *Softwares* como SolidWorks, SolidEdge AutoCAD, Inventor ou similares possibilitam o desenho paramétrico de peças, chapas metálicas e superfícies complexas, com controle geométrico preciso e associação direta entre modelo e desenho técnico, como ilustra o manual de Júnior (2017) para SolidWorks. Esses modelos podem ser exportados para análises de engenharia (CAE), nas quais se simulam esforços, deformações e condições de operação, reduzindo incertezas e retrabalhos. Trabalhos como o de Silva (2012), que desenvolve um núcleo integrado de

ferramentas CAD/CAE para simulação de peças mecânicas, mostram que a integração entre modelagem 3D e análise numérica permite antecipar problemas de desempenho, dimensionar melhor componentes e encurtar ciclos de desenvolvimento.

Na indústria Metalmeccânica, essas ferramentas podem evoluir da escala da peça para a escala do processo e da fábrica. Estudos como o de Kotlyarov, Maslakov e Tolstoles (2019) mostram como a modelagem digital do processo produtivo em oficinas de usinagem permite mapear o fluxo de operações, simular rotas, testar layouts e avaliar impactos de mudanças antes de mexer no chão de fábrica. Em paralelo, autores como Hrechanyi *et al.* (2025) destacam o papel dos sistemas CAD na concepção de soluções de engenharia para a indústria metalúrgica, usando pacotes como ANSYS, AutoCAD, SolidWorks e MATLAB como base para projetos mais seguros e otimizados. Já a integração CAD-CAM (*Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*) descreve a integração entre o modelo digital desenvolvido em ambiente de projeto (CAD) e as etapas de manufatura assistida por computador (CAM) é explorada por Juiña, Cabrera e Reina (2017), que aplicam a teoria das restrições na implementação de um sistema de manufatura CAD-CAM em uma empresa metalmeccânica, evidenciando ganhos de tempo no projeto de moldes e na usinagem CNC. Em conjunto, esses trabalhos reforçam que modelagem 3D, CAD/CAE e CAD-CAM não são apenas ferramentas de desenho, mas infraestruturas digitais que conectam projeto, simulação e manufatura, fundamentais para empresas como a Monteeuse que trabalham com peças sob medida, chapas dobradas, dispositivos e estruturas especiais.

### **3.7.2 Sistemas PDM e PLM (Gestão de Informações do Produto)**

À medida que os produtos industriais se tornam mais complexos e passam a exigir múltiplas revisões de engenharia, o uso isolado do CAD deixa de ser suficiente para controlar arquivos, versões e informações técnicas. É nesse cenário que se destacam os sistemas PDM (*Product Data Management*) e PLM (*Product Lifecycle Management*), ferramentas voltadas à organização, integração e rastreabilidade de todos os dados do produto ao longo de seu ciclo de vida. Romeiro (2016) explica que o PLM funciona como uma arquitetura unificada que conecta as áreas de projeto, engenharia, manufatura, suprimentos e assistência técnica por meio de uma base central de dados, garantindo que todos trabalhem com informações consistentes e atualizadas. Em estudos aplicados ao setor metalmeccânico, Cunha (2011) e Omokawa (1999) demonstram que o PDM é responsável por armazenar e controlar documentos técnicos, como modelos 3D, listas de materiais (BOM), instruções de fabricação

e revisões de desenho, registrando automaticamente quem alterou cada item, quando, o por quê e com qual impacto no produto.

### 3.7.3 *Planilhas e Modelagem de Dados com Excel*

O Microsoft Excel é uma das ferramentas mais utilizadas na indústria por sua capacidade de organizar dados, aplicar funções matemáticas e estatísticas, automatizar cálculos e apoiar a tomada de decisão. De acordo com a Microsoft (2024), o Excel constitui uma plataforma flexível para análise de informações, construção de modelos, elaboração de gráficos e integração de bases de dados, sendo amplamente adotado em ambientes corporativos e industriais.

A literatura reforça essa relevância: Dias (2024) demonstra que o Excel é amplamente utilizado no desenvolvimento de projetos mecânicos, especialmente na modelagem de sistemas de transmissão, permitindo cálculos paramétricos e análises comparativas entre alternativas técnicas. Romeiro (2016) destaca que a informatização baseada em planilhas contribui para o gerenciamento do ciclo de vida de produtos, de maneira a reduzir erros e integrar informações entre etapas de projeto, produção e controle. Já Loeblein *et al.* (2013) evidenciam que plataformas como o Excel permitem aplicar programação linear para minimizar perdas de aparas na indústria metalmeccânica, mostrando que planilhas podem ser ferramentas de otimização robustas quando estruturadas corretamente.

Nos estudos aplicados ao setor metalmeccânico, o Excel surge como instrumento central para custeio, planejamento da produção e melhoria de processos. A estruturação de um setor de custos em empresas metalúrgicas depende diretamente da organização de dados e do tratamento sistemático fornecido por planilhas automatizadas. Bombassaro (2020) analisa os custos de uma máquina sequencial na Serra Gaúcha e demonstra que o Excel facilita o acompanhamento do desempenho operacional e dos custos unitários por produto. Schwanke *et al.* (2014) avançam ao mostrar como o método matricial aplicado em planilhas pode melhorar a alocação de custos indiretos, permitindo maior precisão na formação de preços e no entendimento dos centros de custo.

### 3.7.4 Sistemas de Gestão Visual no Trello

O Trello é uma plataforma digital de gestão visual de tarefas, baseada nos princípios do método Kanban e estruturada em quadros, listas e cartões que permitem organizar fluxos de trabalho de forma intuitiva. Segundo a Atlassian (2024), desenvolvedora oficial da ferramenta, o Trello possibilita mapear processos, distribuir atividades entre equipes, acompanhar prazos e integrar automações, oferecendo uma interface simples e acessível para diferentes áreas organizacionais. Johnson (2017) destaca que o Trello melhora significativamente a organização e a comunicação em equipes multidisciplinares, especialmente por permitir rastreabilidade, registro histórico e colaboração em tempo real. No manual oficial Trello (2015), a empresa descreve a ferramenta como um sistema flexível de organização baseado em quadros, reforçando sua aplicabilidade em ambientes profissionais e acadêmicos.

Diversos autores discutem a adoção do Trello em sistemas produtivos e na gestão de projetos. Díaz e Valencia (2018) demonstram que ele pode ser integrado ao *Last Planner® System* na construção civil, auxiliando no controle de restrições e no fluxo de planejamento colaborativo. Soler e Hernández (2018) mostram que metodologias adaptativas, como Agile e Kanban, podem ser aplicadas diretamente sobre o Trello, proporcionando transparência do trabalho, identificação imediata de gargalos e melhoria contínua. Em outro estudo, Farias *et al.* (2024) avaliam a informatização de processos em uma gráfica e concluem que o Trello melhora a comunicação entre atendimento e produção, reduz tempos de espera e aumenta a precisão das informações repassadas às equipes. Silva (2021) reforça esse achado ao evidenciar que o Trello facilita o controle de obras em pequenas empresas da construção civil, aumentando a capacidade de acompanhamento simultâneo de múltiplas frentes de serviço.

Em uma perspectiva industrial mais ampla, Kovalev *et al.* (2020) discutem o uso de metodologias ágeis, operacionalizadas em ferramentas como o Trello, no contexto da Indústria. 4.0. Os autores explicam que sistemas visuais de organização promovem ciclos curtos de feedback, rápida adaptação às mudanças e integração entre setores, características essenciais para ambientes produtivos que demandam flexibilidade e rastreabilidade dos processos. Assim, a literatura converge na compreensão de que o Trello não é apenas um quadro digital, mas um sistema de gestão visual que transforma a forma como equipes planejam, executam e monitoram atividades.

Aplicado ao contexto digital, o Trello materializa esses princípios, pois possibilita a gestão descentralizada, visual e colaborativa de processos. Cada quadro opera como um mapa informacional, no qual gestores e equipes visualizam prazos, recursos, prioridades e

resultados eliminando barreiras de comunicação entre setores. Essa característica é especialmente útil para o Planejamento e Controle da Produção (PCP), onde a sincronização entre etapas como compra de materiais, execução, inspeção e entrega exige informação clara e tempestiva.

Além disso, o Trello permite integrações com sistemas ERP, planilhas Excel e plataformas de comunicação como Slack e Google Drive, reforçando sua aplicabilidade em ambientes industriais e administrativos complexos. Essa interoperabilidade digital contribui para a automação de rotinas, a redução de retrabalhos e a criação de indicadores de desempenho (KPIs) visuais, alinhados às práticas modernas de *Lean Manufacturing* e melhoria contínua (Kaizen).

Em síntese, o Trello exemplifica a convergência entre filosofia industrial japonesa e tecnologia da informação, unindo o conceito de Gestão Visual de Shingo (1996) à realidade das organizações contemporâneas. Sua utilização representa um avanço no modo como empresas estruturam e comunicam seus processos, promovendo uma gestão mais participativa, integrada e orientada por dados.

### **3.8 Legislações e normas aplicáveis à segurança e operações industriais**

A atuação da indústria metalmeccânica no Brasil é regulamentada por um conjunto abrangente de leis, Normas Regulamentadoras (NRs) e Normas Técnicas (NBRs) que estruturam diretrizes de segurança, qualidade, saúde ocupacional, operação de máquinas, documentação técnica, inspeção e manutenção. Essas normas têm como finalidade reduzir riscos operacionais, padronizar procedimentos, garantir condições adequadas de trabalho e assegurar que projetos, equipamentos e processos atendam aos requisitos legais e de desempenho esperados.

No âmbito nacional, a base regulatória é coordenada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), por meio da Portaria nº 3.214/1978, que institui as Normas Regulamentadoras. A NR-1 – Disposições Gerais estabelece os direitos e deveres de empregadores e trabalhadores, além da obrigatoriedade de treinamentos, capacitação comprovada e gestão de riscos ocupacionais. Complementarmente, a NR-9 – Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) define critérios para identificação, análise e tratamento sistemático de perigos operacionais ao longo do ciclo produtivo.

A operação de máquinas e equipamentos é regida pela NR-12 – Segurança em Máquinas e Equipamentos, que trata de proteção física, sistemas de parada de emergência, enclausuramento, distâncias de segurança, procedimentos de operação, manutenção

preventiva e documentação técnica obrigatória. Já a NR-11 regula o movimento, transporte, armazenamento e manuseio de materiais, abrangendo guindastes, talhas, empilhadeiras, pontes rolantes, pórticos, dispositivos de elevação e movimentação manual de cargas.

Nos ambientes industriais e de canteiros, a NR-18 estabelece diretrizes de organização do canteiro, proteção coletiva, acessos, plataformas, escadas, áreas de circulação e sistemas de prevenção de quedas. Para atividades executadas acima de 2 metros, a NR-35 – Trabalho em Altura determina requisitos de treinamento, análise preliminar de risco, inspeção de EPIs, sistemas de ancoragem e planejamento de resgate. Em serviços elétricos, a NR-10 orienta sobre capacitação, procedimentos de bloqueio e etiquetagem, aterramento e medidas de controle de choques e arcos elétricos.

Além das NRs, a indústria metalúrgica depende de uma base robusta de Normas Brasileiras (NBR), publicadas pela ABNT, que fornecem parâmetros para projeto, fabricação, soldagem, inspeção, ensaios e controle da qualidade. Entre as mais relevantes para o setor metal-mecânico, destacam-se:

- NBR 8400 — Cálculo estrutural de equipamentos de içamento e movimentação de cargas;
- NBR 14762 — Projeto e dimensionamento de estruturas de aço formadas a frio
- NBR 7480 — Aços destinados a armaduras de concreto;
- NBR 16278 / NBR 16239 — Requisitos para soldagem, ensaios, qualificação de procedimentos (EPS) e qualificação de soldadores (RQPS);
- NBR ISO 9001 — Sistemas de Gestão da Qualidade, com foco em padronização, controle de processos, melhoria contínua e rastreabilidade.

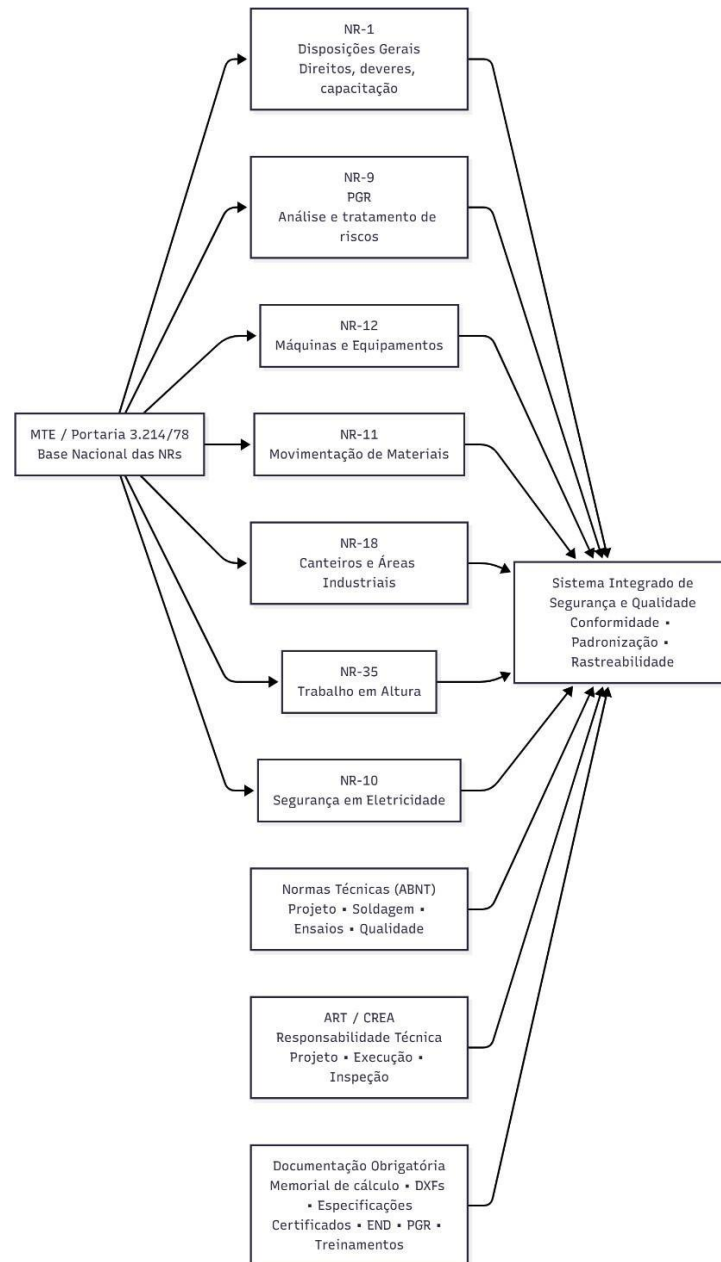
Outro elemento indispensável para a conformidade legal é a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), emitida pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA), que formaliza a responsabilidade técnica sobre projetos, análises estruturais, fabricação, montagem e inspeção de equipamentos. Projetos de pórticos, plataformas, estruturas metálicas, dispositivos de içamento e sistemas de segurança devem possuir ART específica, garantindo credibilidade técnica, segurança jurídica e rastreabilidade. Em casos de fabricação ou montagem industrial, pode ser necessária também a ART de Execução, além da ART de Projeto.

A conformidade documental inclui ainda memorial de cálculo, desenhos técnicos, especificações de materiais, relatórios de inspeção, certificados de aço, rastreabilidade

de solda, ensaios não destrutivos (END), manuais de operação e manutenção, fichas de EPIs, relatórios do PGR e registros de treinamentos. Esses documentos complementam as exigências das normas técnicas, garantindo a integridade estrutural, segurança de operação e vida útil dos equipamentos.

No conjunto, a legislação trabalhista, as NRs, as NBRs e a responsabilidade técnica via ART formam um sistema integrado de segurança e qualidade. Esse sistema assegura que a produção industrial ocorra com responsabilidade, eficiência e padronização, prevenindo acidentes, garantindo desempenho técnico dos equipamentos e fortalecendo a cultura organizacional de segurança como valor estratégico. A figura 1 ilustra como essas normas e legislações afetam a produção de máquinas e produtos de metal.

Figura 1 – Normas Regulamentadoras



Fonte: Autor, 2025.

## **4. METODOLOGIA**

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada para integrar análise técnica, econômica e organizacional dos processos relacionados à fabricação equipamentos industriais de aço, utilizando dados reais da empresa, simulações produtivas e ferramentas de gestão para propor melhorias alinhadas ao Sistema de Gestão da Qualidade. O método combina abordagem aplicada, estudo de caso, e técnicas qualitativas e quantitativas, permitindo compreender não apenas os custos e dimensões dos produtos, mas também o fluxo produtivo, as responsabilidades internas e a eficiência operacional.

### **4.1 Caracterização da pesquisa**

O presente estudo adota uma abordagem metodológica mista, com procedimentos qualitativos e quantitativos para permitir uma compreensão ampla e integrada da realidade da empresa. Segundo Creswell (2014), métodos mistos são apropriados quando o fenômeno investigado possui diferentes camadas de complexidade e exige tanto a análise numérica de dados quanto a interpretação detalhada de comportamentos, processos e percepções internas.

A pesquisa foi estruturada como um estudo de caso aplicado, cujo propósito é investigar em profundidade um fenômeno contemporâneo dentro de seu ambiente real, permitindo captar as interações entre setores, rotinas operacionais, fluxo de informações e tomada de decisão. Esse tipo de abordagem possibilita observar o sistema produtivo como ele realmente ocorre, verificar a coerência dos procedimentos adotados e identificar oportunidades de melhoria sem interferir artificialmente na dinâmica organizacional.

#### ***4.1.2 Procedimentos e Contexto da Coleta de Dados***

A coleta de dados ocorreu de forma contínua de dezembro de 2024 a setembro de 2025, envolvendo relatos de observações diretas, análise de documentos internos, interação com os colaboradores e monitoramento do fluxo de trabalho. Em razão da rotina da empresa e da necessidade de acompanhamento constante, foram adotadas estratégias híbridas de coleta, combinando conversas remotas e uso de ferramentas digitais.

O objetivo desta etapa foi garantir que o pesquisador tivesse contato permanente com a realidade operacional, permitindo compreender não apenas as atividades formais documentadas, mas também os elementos informais que influenciam o funcionamento do sistema produtivo.

A coleta seguiu os seguintes procedimentos:

- Comunicação síncrona e assíncrona:

Foram realizadas conversas constantes com gestores e colaboradores, tanto por meio de reuniões formais quanto por diálogos informais, esclarecendo dúvidas, ajustando interpretações e registrando percepções sobre falhas, gargalos e dificuldades operacionais.

- Gestão visual e monitoramento de fluxo:

O Trello foi utilizado como ferramenta de acompanhamento das atividades em tempo real. A plataforma funcionou como um diário visual do andamento dos pedidos, registrando mudanças de status, movimentação de etapas, registro de pendências, revisões e observações internas. Esse acompanhamento permitiu identificar de forma clara onde ocorriam atrasos, acúmulo de tarefas, falta de registro ou falhas de comunicação entre setores.

## **4.2 Instrumentos de coleta de dados**

Para fortalecer a consistência da pesquisa, utilizou-se triangulação de instrumentos, combinando diferentes fontes de dados, a fim de aumentar a validade interna e reduzir vieses interpretativos.

### ***4.2.1 Pesquisa de Campo - Instrumentos Primários***

#### **1. Entrevistas semiestruturadas**

As entrevistas foram realizadas com colaboradores de engenharia, produção, suprimentos, comercial, qualidade e logística. As perguntas buscaram esclarecer como cada setor executa suas atividades, quais são os pontos críticos do fluxo produtivo, e como ocorrem as interações entre as áreas.

## 2. Questionários diagnósticos

Aplicados aos colaboradores da engenharia e da produção, os questionários ajudaram a identificar percepções individuais sobre retrabalhos, falhas de comunicação, inconsistências de documentação, dificuldades de padronização e outros problemas recorrentes. Os questionários foram simples, diretos e focados, possibilitando levantamento rápido e objetivo das principais dores operacionais.

### ***4.2.2 Análise Documental: Dados Secundários***

A análise documental teve papel essencial na compreensão histórica e operacional da empresa. Segundo Bowen (2009), documentos institucionais fornecem evidências concretas que permitem reconstruir processos, validar informações e identificar padrões que não são perceptíveis apenas por observação direta.

Nesta etapa foram avaliados:

- Projetos e Engenharia;
- Desenhos técnicos em PDF;
- Arquivos DXF;
- Listas de materiais;
- Revisões de projeto e especificações técnicas;
- Vendas e Clientes;
- Registro histórico da linha de pórticos;
- Dados de clientes e suas demandas específicas;
- Requisitos de segurança e modificações recorrentes nos produtos;
- Custos e Suprimentos;
- Planilhas internas de custos;
- Orçamentos de fornecedores;
- Registros de compras, consumo de materiais e comparativos de alternativas.

### 4.3 Análise e simulação de cenários

Os dados levantados foram organizados e analisados com o objetivo de compreender o funcionamento real do processo produtivo e propor melhorias sustentadas em evidências.

#### 1. Mapeamento de processos:

Foram elaboradas descrições detalhadas das etapas internas desde o recebimento da demanda comercial até a expedição do produto, permitindo visualizar as responsabilidades, os pontos de decisão, os fluxos críticos e as interdependências entre setores. Esse mapeamento originou fluxogramas, quadros de responsabilidades e estruturas visuais utilizadas posteriormente na elaboração dos POPs e no aperfeiçoamento do SGQ.

#### 2. Modelagem e simulação:

Com base em planilhas desenvolvidas no Excel, foram construídos modelos para estimar tempos de produção, custos de materiais e impacto de mudanças estruturais nos produtos e processos. A simulação foi utilizada para avaliar diferentes cenários formas e composição dos produtos, alteração de fornecedores, mudanças de materiais e outras situações que afetam diretamente a produtividade e o custo total.

#### 3. Avaliação de riscos operacionais:

Foi realizada uma análise preliminar dos riscos associados aos processos atuais, identificando potenciais fontes de atraso, riscos de qualidade, inconsistências de registro e possíveis impactos financeiros decorrentes de retrabalhos ou falhas na comunicação entre setores.

Por fim, os resultados preliminares foram validados em reuniões internas, garantindo que as interpretações correspondiam à realidade e que as propostas de melhoria estavam alinhadas com as capacidades e limitações da empresa.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A seguir, apresentam-se o processo produtivo, os pontos críticos identificados ao longo das etapas de fabricação e gestão dos pórticos, bem como as propostas de melhoria no planejamento e controle da produção, com o objetivo de reduzir custos, otimizar o uso de materiais e aumentar a eficiência operacional, além da proposta desenvolvida pelo autor para aprimorar a rastreabilidade e padronização dos processos produtivos por meio da integração das planilhas como base para o desenvolvimento de um Sistema de Gestão da Qualidade.

### **5.1 Descrição do ambiente interno, externo da empresa e seu nicho de atuação**

A Monteeuse é uma empresa do ramo metalmeccânico especializada no desenvolvimento e fabricação de equipamentos industriais voltados à segurança do trabalho, manutenção e apoio operacional focado nas grandes indústrias de todo o país com algumas participações internacionais no Paraguai e México. Localizada na cidade de Joinville em Santa Catarina, região reconhecida por sua forte vocação industrial, se encontra próxima a grandes portos com os de Paranaguá, São Francisco do Sul e Itapoá, condição que favorece a logística, integrados pela BR 101 ligando a região principalmente aos polos industriais do Rio Grande do Sul, Santa Catarina Paraná e São Paulo. A empresa se insere em um contexto competitivo que demanda alto nível de confiabilidade dos produtos, flexibilidade, capacidade técnica e adaptação às necessidades específicas de cada cliente.

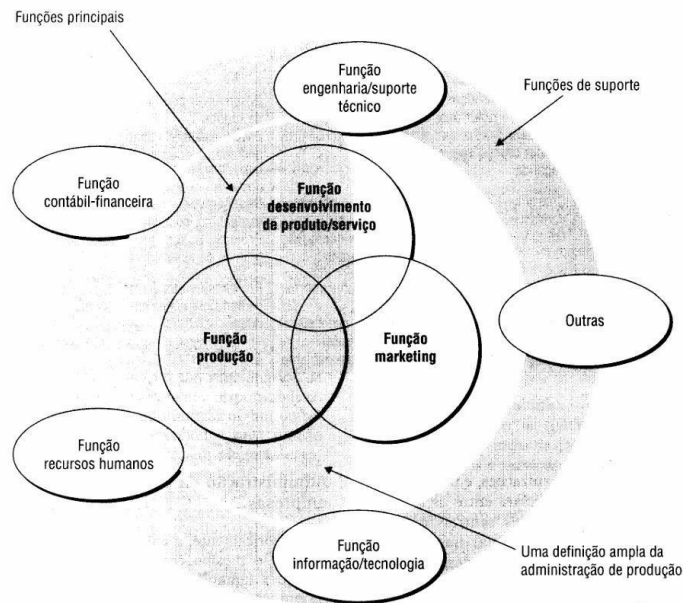
Fundada em 2008, sua trajetória está diretamente ligada ao atendimento das normas de segurança e especificações de empresa, surgiu com uma linha de andaimes chamados Andaime Plataforma (AP), na oportunidade devido à dificuldade de encontrar equipamentos para operações de trabalho em altura, que atendessem às normas das empresas onde estavam sendo realizadas operações. Disponíveis apenas conjuntos que não atendiam às exigências dos clientes e das NRs, assim um equipamento foi planejado, produzido e patenteado. Hoje, a empresa atua em soluções estruturais metálicas para uso industrial em diversos ramos. Esses equipamentos precisam seguir normas de segurança, ergonomia e facilidade de manutenção em plantas industriais diversas. Assim, a empresa desenvolveu um portfólio baseado em andaimes, pórticos metálicos, plataformas, escadas industriais, estruturas para linhas de vida e dispositivos complementares, mantendo forte interação com os setores de segurança e manutenção de seus clientes.

Caracteriza-se como uma indústria metalmecânica de pequeno porte, com estrutura enxuta e elevada capacidade técnica. Devido à localização, a empresa se beneficia da proximidade com importantes cadeias produtivas e fornecedores de matéria-prima, serviços de corte e dobra, usinagem, galvanização, pintura e consumíveis, o que facilita a integração entre etapas internas e processos terceirizados. Ao invés de atuar com linhas de produtos totalmente padronizadas e seriadas, posiciona-se como fornecedora de soluções customizadas, combinando elementos estruturais padronizados a projetos específicos para cada aplicação, o que exige um PCP capaz de lidar com alto mix de produtos e volumes variáveis.

Essa especialização demanda domínio de processos típicos da indústria metalmecânica, como corte, furação, soldagem, acabamento e montagem, além de serviços terceirizados de corte, conformação mecânica, e tratamentos superficiais, além das normas de segurança do trabalho, normas técnicas aplicáveis, conhecimento técnico sobre os materiais e exigências dos clientes. A empresa opera com forte interface entre engenharia de produto, engenharia de processo e produção, uma vez que os projetos são elaborados ou adaptados conforme a necessidade, exigindo análise técnica, validação estrutural e adequação às condições reais de uso, ao mesmo tempo que enfrenta o ambiente observado por Slack *et al.* (2009) onde observou que empresas pequenas têm que lidar com múltiplas funções, a definição delas deve ser clara para que não haja ruídos de informação e tarefas esquecidas.

A figura 2 mostra como essas características são englobadas no contexto das empresas, as funções principais normalmente têm boa definição de cargos e de tarefas, enquanto as de apoio costumam variar dependendo do tamanho e do tipo de organização.

Figura 2 – Funções nas empresas



Fonte: Slack *at al*, 2009.

A cultura organizacional é marcada pela proximidade entre direção, engenharia e chão de fábrica, característica típica de empresas desse porte, com alto grau de personalização em seus produtos. A tomada de decisão tende a ser ágil e baseada em diálogo direto entre as áreas, o que facilita ajustes de projeto, adequações de prazo e solução de problemas ao longo do processo produtivo.

Entre os valores que orientam a atuação da empresa, destacam-se:

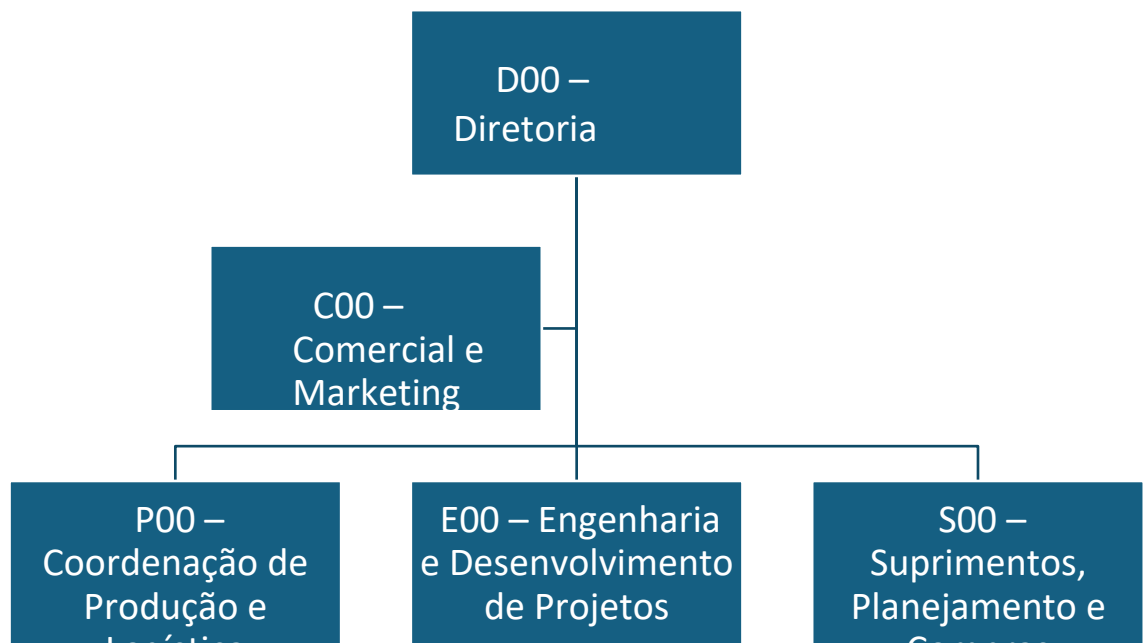
- Foco na qualidade técnica dos produtos, tanto em termos estruturais quanto de usabilidade e segurança;
- Flexibilidade e adaptabilidade, buscando ajustar projetos, dimensões e configurações às demandas específicas de cada cliente;
- Relacionamento próximo com o cliente, com forte interação entre a equipe de engenharia da Monteeuse e as equipes técnicas das indústrias atendidas;
- Compromisso com a segurança e conformidade, incorporando requisitos normativos e boas práticas de projeto e fabricação em equipamentos;
- Compromisso com o meio ambiente, ambiente de trabalho e ambiente comercial garantindo a segurança e respeito.

A comunicação integrada entre engenharia, planejamento, logística, produção, comercial e direção é essencial para manter estabilidade e previsibilidade no fluxo produtivo e informativo. Antes da estruturação da proposta deste trabalho, grande parte desse fluxo ocorria de forma verbal, informal e com poucos registros, o que aumenta a dependência do conhecimento tácito dos colaboradores e eleva o risco de falhas, atrasos ou retrabalhos.

A implantação de uma série de POPs dos macroprocessos, de um PCP visual, de planilhas integradas de custos e rastreamento, e uma banco de dados com essas planilhas surge, portanto, como resposta à necessidade de formalizar essa operação interna, aumentando a maturidade organizacional e promovendo maior rastreabilidade, padronização e controle.

A estrutura organizacional de empresas industriais é tradicionalmente fundamentada na lógica de processos e funções distribuídas entre áreas estratégicas, táticas e operacionais, conforme a literatura clássica de Administração da Produção. Slack *et al.* (2009) argumentam que toda organização produtiva é composta por um conjunto de micro processos interdependentes, que transformam insumos em produtos por meio da coordenação entre setores internos. Os setores da empresa estão organizados conforme a figura 3.

Figura 3: Organograma



Fonte: Autor, 2025.

## **5.2 Descrição dos processos e pontos críticos**

Para realizar a definição correta das funções e facilitar no planejamento das operações e controles serão definidos os níveis operacionais e as funções que estão dispostas neles, já aplicado à realidade da empresa, assim poderemos enxergar a divisão de tarefas, autoridades situacionais, e delegação de responsabilidades, para a correta aplicação de KPIs e apresentar melhorias e soluções.

### ***5.2.1 Descrição dos responsáveis***

Ao fazer a análise dos pontos críticos vamos definir aqui quais os responsáveis e a quais setores eles estão distribuídos de forma que possamos identificar quem está direta ou indiretamente ligado às atividades e quais são os deveres e responsabilidades que devem ser monitoradas, melhoras e complementos

#### **5.2.1.1 Direção Geral (D00) - Nível Estratégico**

A Direção Geral representa o núcleo do nível estratégico, conforme estabelecido por Tubino (2000). É responsável pela formulação das diretrizes do negócio, definição de metas, decisões financeiras, políticas internas e gestão administrativa da empresa. Também supervisiona Marketing, Recursos Humanos e acompanha o desempenho comercial, garantindo que a empresa mantenha alinhamento entre sua capacidade produtiva, seus recursos disponíveis e as demandas do mercado.

Na realidade, a empresa é composta pela Diretora (D01), a qual, além das funções já citadas, realiza pagamentos, aprova investimentos, coordena negociações amplas e orienta o crescimento organizacional. Desempenha, portanto, o papel de elo entre as necessidades do mercado e a atuação dos setores táticos e operacionais.

### 5.2.1.2 Comercial e Marketing (C00) - Nível Estratégico

O setor Comercial e Marketing é responsável por conectar a empresa ao ambiente externo, atuando como porta de entrada da demanda, conforme descrito por Slack *et al.* (2009). Nele estão inseridas duas funções:

#### C01 – Auxiliar de vendas - Operacional

Responsável por prospecção, atendimento a clientes, elaboração de propostas comerciais simples, atendimento primário e alimentação de sistemas digitais de vendas com informações atualizadas sobre pedidos e orçamentos. Realiza interface direta com Engenharia e Suprimentos e produção, garantindo que as informações técnicas fluam corretamente.

#### C02 – Coordenador de Marketing e Vendas – Estratégico

Atua no planejamento de campanhas, gestão de redes sociais, acompanhamento das vendas e suporte técnico-comercial especializado. Essa função agrega atividades de comunicação, posicionamento de mercado e acompanhamento das estratégias definidas pela Diretoria. Define também as demandas no Trello colocando os pedidos fechados com descrição dos produtos e datas.

Este setor opera sob direção terceirizada dirigida por profissional qualificado e com grande conhecimento de vendas e engenharia, atuando desde o nível estratégico até o tático e operacional, garantindo fluxo de informações essenciais para a programação da produção e para o relacionamento com os clientes.

### 5.2.1.3 Engenharia e Desenvolvimento de Projetos (E00) - Nível Tático

O setor de Engenharia é responsável por transformar as necessidades dos clientes em especificações técnicas, desenhos e modelos passíveis de fabricação. Moreira (2012) destaca que, em empresas que trabalham sob encomenda, a Engenharia constitui o núcleo do planejamento técnico, atuando como ponte entre demanda comercial e capacidade operacional.

#### E01 – Projetista - I Tático/operacional

Responsável pela análise de demandas dos clientes, modelagem 3D, elaboração de desenhos técnicos, geração de arquivos DXF, listas de materiais, revisões e comunicação técnica com clientes e setores internos. É o ponto de conversão do projeto conceitual em

documentação para a produção, adaptando e fazendo correções e melhoria nos projetos, durante a fase de planejamento e produção.

#### E02 - Engenheiro Mecânico - Nível Tático

Realiza a revisão técnica, valida cálculos, assegura conformidade normativa e formaliza assinaturas e documentos obrigatórios como a ART. Seu papel assegura integridade técnica e aderência aos requisitos legais.

A Engenharia atua sobre a consultoria de um profissional terceirizado qualificado pelo CREA, dentro do nível tático, mas com forte interface operacional, pois seus documentos orientam diretamente o processo produtivo, ao mesmo tempo que recebe feedbacks de suprimentos, comercial e produção, além do projetista que trabalha em conjunto.

#### 5.2.1.4 Suprimentos e PCP (S00) - Tático

Suprimentos constitui um setor tático, conforme a definição de Dias (1995), ao atuar no planejamento de materiais, seleção de fornecedores e negociação de insumos e serviços. Na Monteuse, é desempenhada por:

##### S01 – Coordenador de Suprimentos – Estratégico/Tático/operacional

Responsável por fazer o planejamento da necessidade dos recursos, define fornecedores estratégicos, negocia valores e prazos, define a necessidade de recursos para projetos específicos, precificando o produto, e planejando as atividades através do Trello, acompanha também certificações e documentação externa, assegurando conformidade.

Opera com um profissional terceirizado a distância, com conhecimento técnico da empresa e suas operações, acompanhando o progresso das atividades. Conforme Pires (1999), essa função compõe o sistema de planejamento da produção em seu nível tático, garantindo o fluxo contínuo de materiais e evitando rupturas e atrasos.

#### 5.2.1.5 Produção e Operações (P00) - Nível Operacional

O setor de Produção concentra as atividades de execução e logística, onde as transformações físicas ocorrem e o produto ganha forma. Essa área corresponde ao nível

operacional da organização, conforme classificação de Tubino (2000), e está estruturada da seguinte forma:

#### P01 – Coordenação da Produção - Tático/Operacional

Função tático-operacional responsável por supervisionar processos, garantir a qualidade dos produtos e informar o progresso através do Trello, controla estoque e notas, coordena logística interna, solicita manutenções e atuar como elo entre Engenharia, Suprimentos e o chão de fábrica, garantindo o fluxo de documentos como notas fiscais, desenhos técnicos e certificados, atuando assim também no campo financeiro que está dividido entre uma consultoria de contabilidade, a direção e o coordenador de produção .

#### P02 – Operador de Corte - Operacional

Executa cortes de tubos e chapas conforme desenhos e listas de materiais. Garante precisão e preparação adequada das peças, além de realizar a limpeza e manutenção da máquina de serra fita horizontal, bem como seus consumíveis como óleos de corte e a lamina da serra.

#### P03 – Soldador - Operacional

Realiza processos de soldagem, montagem estrutural, preparação de componentes e inspeções básicas, analisa desenhos e sugere modificações e fornece informações técnicas e práticas para os setores de Produção, Suprimentos e Engenharia, além de manter a limpeza e a manutenção periódica dos equipamentos de solda identifica falhas e necessidades de consumíveis, como arame de solda, bocais, difusores, mistura de gás de solda.

#### P04 – Soldador Terceirizado - Operacional

Suporta picos de produção e demandas sazonais, atuando paralelamente ao soldador sob coordenação direta e suporte da Monteeuse, durante as operações tem as mesmas responsabilidades do Soldador.

#### P05 e P06 – Auxiliares de Produção - Operacional

Executam apoio às etapas de inspeção, furação, limpeza, montagem, embalagem e preparação de expedição, além de dar suporte às operações de corte, solda e logística, conduzindo informações para a coordenação e atuando sobre as demandas dela, realiza também limpeza do galpão e do maquinário como, furadeiras de bancadas, compressor,

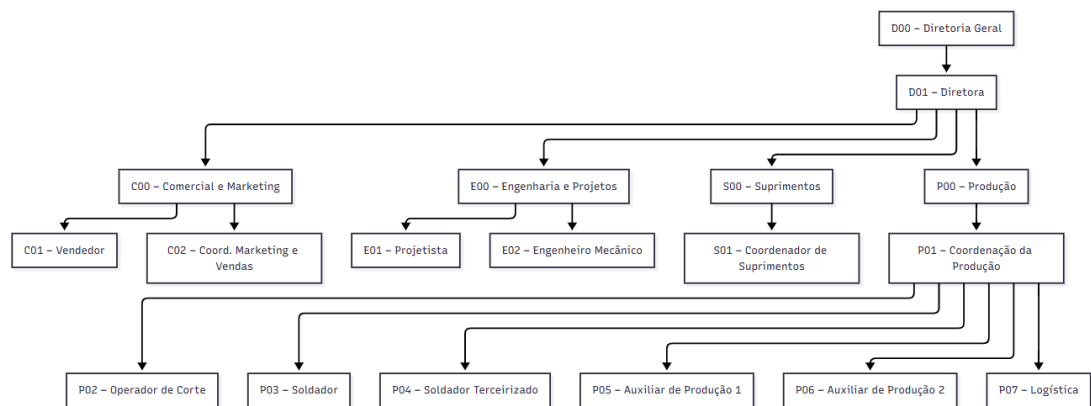
ferramentas e periféricos, garantindo que tudo esteja conforme o esperado e relatando discordâncias entre o planejado e o resultado.

#### P07 – Logística – Operacional

Responsável pela movimentação interna de materiais, coletas externas em fornecedores, entregas e conferência de itens recebidos e despachados, além de atuar no suporte em conjunto com os auxiliares podendo ser alocado nessas funções dependendo da demanda, mantém a limpeza e manutenção das paleteiras e do veículo.

Os setores, e cargos estão estruturados conforme a figura 4.

Figura 4 – Organograma com cargos



Fonte: Autor, 2025.

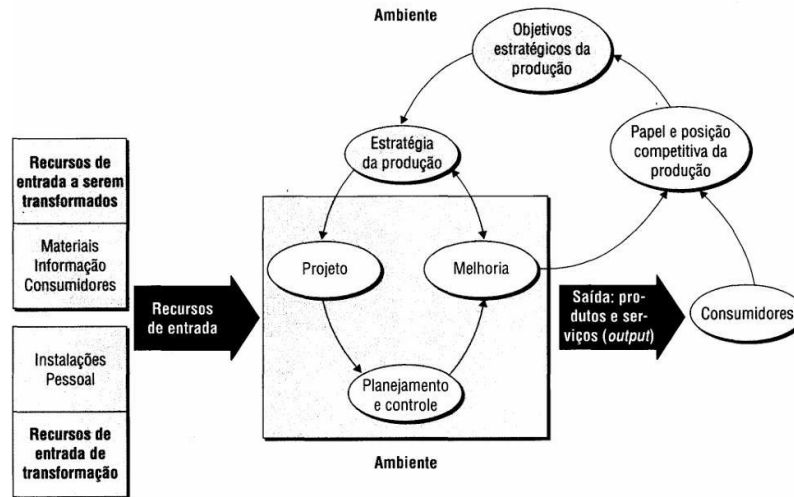
### 5.2.2 Integração entre Setores

De acordo com Shingo (1996), cada uma dessas micro operações forma o fluxo produtivo, e sua coordenação adequada reduz variabilidade, falhas, retrabalhos e desperdícios.

A integração entre os setores internos é fundamental para o desempenho de qualquer organização industrial, especialmente em empresas de pequeno porte que operam com produtos sob encomenda e alta variabilidade, como é o caso. Slack *et al.* (2009) destacam que a eficácia dos processos depende da capacidade da empresa em criar fluxos contínuos de informação, nos quais cada setor recebe e repassa dados de forma coerente e sincronizada. Esse alinhamento é essencial para minimizar incertezas e definir autoridades situacionais

distintas, ajustar capacidades e evitar gargalos críticos em ambientes produtivos. Dessa maneira, conforme mostra a figura 4, a estratégia de produção deve estar alinhada com todos os outros integrantes desse sistema.

Figura 4 – Relação entre setores e produção



Fonte: Fonte: Slack *et al*, 2009.

No caso estudado, a interdependência entre Comercial, Engenharia, Suprimentos, Coordenação da Produção reflete exatamente o conceito de cadeia de processos citado pelos autores. O setor Comercial captura a demanda e a traduz em requisitos de projeto, alimentando o fluxo de informação inicial. Em seguida, a Engenharia detalha tecnicamente a necessidade, gerando desenhos, listas de materiais e especificações que orientam os setores subsequentes. Suprimentos, atuando no nível tático conforme Dias (1995), transforma essas informações em ações concretas de planejamento de materiais e definição de fornecedores. Por fim, a Produção executa a transformação física dos insumos, apoiada continuamente por dados de projeto, prazos, orientações operacionais e pela logística.

Essa integração ocorre de forma alinhada ao que Corrêa *et al.* (2000) denominam sistema de informação integrado, ainda que em uma estrutura simplificada utiliza ferramentas como Trello, planilhas de controle, *e-mails*, manuais, projetos 3d, desenhos técnicos, Certificados, documentação técnica e comunicação direta entre setores, permitindo que informações essenciais fluam sem rupturas e sejam atualizadas em tempo real. Segundo esses autores, a presença de canais de comunicação confiáveis, mesmo que não formalizados como

ERPs completos, já contribuem significativamente para coerência interna e consistência do planejamento.

Além disso, a clara definição das responsabilidades de cada setor, princípio defendido por Campos (2004) garante que cada colaborador compreenda seu papel dentro do processo global, reduzindo ambiguidades e aumentando a confiabilidade das operações. Da mesma forma, os princípios de Shingo (1996) podem ser observados na organização operacional da empresa, onde a eliminação de desperdícios, movimentações desnecessárias e retrabalhos só é possível porque existe alinhamento entre o que foi projetado, o que foi comprado e o que deve ser produzido.

Por fim, essa integração entre setores busca ser coerente com a abordagem por processos da ISO 9001:2015, que estabelece que as organizações devem compreender suas interações internas para garantir a qualidade e a rastreabilidade de seus produtos. A estrutura organizacional da Monteeuse com fluxos definidos, funções claras e comunicação direta representa, portanto, uma base sólida para a implementação de um sistema inicial de gestão da qualidade proposto neste trabalho. A maturidade crescente dessas interações reduz riscos, fortalece o planejamento e abre espaço para padronizações futuras, melhorias contínuas e maior controle operacional.

### ***5.2.3 Pontos críticos dos processos***

Este capítulo tem como objetivo descrever detalhadamente os processos internos da empresa, desde o desenvolvimento de novos produtos até a execução das atividades produtivas, identificando os principais pontos críticos que impactam o desempenho da empresa. Trata-se de uma etapa essencial dentro da lógica da abordagem por processos estabelecida pela ISO 9001:2015, que exige que a organização compreenda, controle e melhore continuamente as atividades que compõem seu sistema produtivo. Assim, o capítulo aborda tanto os fluxos de trabalho quanto os gargalos operacionais que influenciam o custo, o tempo de execução, a comunicação entre setores, a qualidade final dos produtos e os riscos envolvidos.

Conforme apresentado no referencial teórico, Slack, Chambers e Johnston (2009) destacam que processos produtivos são conjuntos estruturados de atividades interligadas, responsáveis pela transformação de insumos em produtos ou serviços. A compreensão clara desses processos é fundamental para entender o fluxo operacional da empresa, sua capacidade

produtiva e seus pontos de vulnerabilidade. Tubino (2000) complementa ao afirmar que a análise dos processos deve considerar os níveis estratégico, tático e operacional, cada um com funções e responsabilidades específicas que influenciam diretamente o desempenho global da organização.

Além disso, a identificação dos pontos críticos é uma prática alinhada ao ciclo PDCA, conforme proposto por Deming e aprofundado por Campos (2004), que destaca a importância de se analisar constantemente falhas, variabilidades e gargalos para direcionar melhorias. Esses pontos críticos podem ocorrer na comunicação entre os setores, na interpretação de desenhos, na execução do corte e furação, nos parâmetros de soldagem, na gestão de consumíveis, na dependência de fornecedores externos ou ainda na ausência de padronização formal de algumas etapas. Reconhecê-los é o primeiro passo para tratá-los posteriormente por meio de controles, procedimentos e ferramentas de gestão. Dessa forma, este subcapítulo se estrutura em torno da apresentação e análise:

- do fluxo de desenvolvimento de novos produtos;
- das etapas produtivas da empresa (engenharia, suprimentos, corte, furação, solda, montagem, serviços terceirizados e expedição);
- e dos pontos críticos identificados em cada fase.

#### **5.2.4 Pontos críticos PDP**

Nesse contexto, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) também se torna um elemento central da análise. Autores como Rozenfeld *et al.* (2006) e Cooper (via modelo *Stage- Gate*) defendem que o desenvolvimento de novos produtos é um processo estruturado composto por fases de concepção, análise, detalhamento, prototipagem, validação e melhoria contínua. Na Monteeuse, embora esse processo seja simplificado devido ao porte da empresa, ele segue a mesma lógica conceitual: as demandas de projeto surgem dos clientes ou do próprio setor comercial. E estas são convertidas em soluções técnicas pela Engenharia, a qual, posteriormente, alimenta o PCP, que informa a Direção, a fim de definir os valores e parâmetros da proposta, que alimenta o setor Comercial novamente, e negocia o que for devido.

Assim, o PDP atua como a porta de entrada dos fluxos industriais e influencia diretamente a eficiência das etapas subsequentes. Essa descrição permitirá, nos capítulos



Essa demanda estabelece um planejamento integrado ao ciclo PDCA, com o planejamento direto entre os setores, que atuam de maneira conjunta, tal como defendido por Corrêa, Gianesi e Caon (1999) para ambientes que trabalham sob encomenda. O setor comercial complementa o documento com o histórico do cliente, demandas anteriores, possíveis restrições e requisitos específicos, funcionando como a ponte entre o cliente e o núcleo técnico. Esse fluxo de informações garante alinhamento e evita divergências entre aquilo que foi negociado comercialmente e o que será projetado.

Em seguida, o projetista assume papel central no PDP. É nesse momento que o E01 converte a demanda inicial em modelos tridimensionais, desenhos técnicos, detalhamentos e listas de materiais. Cada projeto passa por validação e refinamento, considerando aspectos estruturais, normativos, de ergonomia, segurança e funcionalidade. Quando necessário, o Engenheiro Mecânico terceirizado (E02) revisa os cálculos, verifica a conformidade normativa e emite as assinaturas técnicas. Essa etapa está alinhada aos referenciais de Moreira (2012) e Rozenfeld *et al.* (2006), que destacam que produtos industriais precisam transitar por fases técnicas bem definidas antes de serem liberados para produção.

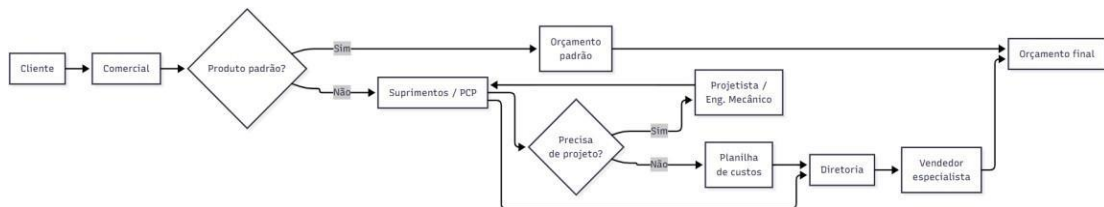
É importante ressaltar que, na Monteeuse, o desenvolvimento de novos produtos ocorre frequentemente em dois cenários distintos:

1. Projetos completamente novos, demandados por necessidades específicas do cliente;
2. Personalizações e aperfeiçoamentos de modelos já existentes, como no caso dos pórticos industriais.

Essa dualidade se conecta ao referencial de Slack, Chambers e Johnston (2009), que explicam que empresas que operam em ambiente de alta customização devem prever capacidade para adaptações rápidas, sem comprometer a repetibilidade e qualidade.

Logo, o desenvolvimento de novos produtos não se limita à elaboração de desenhos, ele prepara e condiciona todo o restante do processo produtivo. A qualidade das informações técnicas, a clareza da demanda inicial, a integração entre setores e a capacidade de revisão definem diretamente o sucesso das etapas posteriores, tornando o PDP um dos processos mais críticos da empresa, mostrado na figura 6.

Figura 6 – Diagrama de Demanda de Projeto



Fonte: Autor, 2025.

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) da Monteeuse apresenta diversos pontos críticos que impactam diretamente o lead time, o custo e a qualidade final dos equipamentos produzidos. O primeiro deles ocorre já na emissão da Demanda de Projeto (DP), documento inicial enviado pelo setor Comercial, que deve definir se o pedido corresponde a um produto novo, exigindo análise aprofundada e técnica da demanda do cliente, identificando qual é a demanda real e limitações da operação. Pode ser uma simples customização, que requer apenas ajustes da alocação de recursos.

Quando essa classificação é feita de maneira imprecisa ou com informações incompletas, o setor de Suprimentos pode iniciar orçamentos com base em dados insuficientes, gerando retrabalhos, estimativas equivocadas e atrasos no processo. A qualidade dos dados iniciais, incluindo croquis, imagens, peso estimado, instruções de uso e dimensões preliminares, constitui outro ponto crítico, pois representa a entrada estruturada do PDP sendo determinante para o correto levantamento de custos e viabilidade técnica.

Na sequência, a integração entre Comercial, Engenharia e Suprimentos, embora essencial, também é vulnerável, falhas de comunicação podem fazer com que informações negociadas com o cliente, restrições, aplicações específicas ou histórico do produto não sejam corretamente transferidas ao projetista, gerando lacunas que demandam revisões sucessivas.

No desenvolvimento técnico, o projetista (E01) assume papel central ao converter a DP em modelos 3D, desenhos técnicos e listas de materiais, dependendo diretamente da precisão das informações fornecidas anteriormente, qualquer omissão, erro de interpretação ou ausência de padrões de projeto pode comprometer a definição estrutural, exigir revisões do Engenheiro Mecânico (E02) e ampliar significativamente o ciclo de desenvolvimento.

Além disso, a coexistência de dois tipos de demanda projetos totalmente novos e personalizações de modelos existentes introduz riscos diferentes, produtos novos exigem

maior carga analítica e validação normativa, enquanto customizações aparentemente simples podem afetar a repetibilidade, a compatibilidade dimensional ou a funcionalidade do conjunto, como apontam Slack *et al.* (2009) ao tratar de ambientes de alta customização.

Portanto, o PDP da Montecuse, embora bem estruturado, apresenta pontos críticos concentrados na qualidade das informações de entrada, na integração entre setores, na precisão das análises técnicas e na gestão das revisões, demonstrando porque essa etapa condiciona o sucesso de todo o fluxo produtivo subsequente.

### **5.2.5 Pontos críticos PCP**

Após o desenvolvimento de novos produtos, o fluxo produtivo inicia formalmente a partir da consolidação do projeto técnico e da preparação das informações necessárias para a fabricação. Esse fluxo segue uma lógica sequencial e integrada, coerente com a abordagem por processos da ISO 9001:2015 e com o modelo de sistemas produtivos apresentado por Slack, Chambers e Johnston (2009), segundo o qual os setores de uma organização devem operar como uma cadeia de atividades interdependentes, evitando rupturas na comunicação e minimizando retrabalho.

O processo produtivo pode ser compreendido como uma sequência organizada de etapas que envolve, inicialmente, o recebimento da demanda, passando pelo detalhamento técnico, planejamento de materiais, execução das operações internas e externas, inspeção de qualidade e finaliza com a expedição do produto. Essa visão está de acordo com a definição de fluxo produtivo apresentada por Corrêa *et al.* (1999), que defendem que a eficácia operacional depende de uma conexão contínua entre informações, pessoas, equipamentos e processos.

Com a análise da demanda recebida pelo setor comercial, que avalia a viabilidade técnica e negocia condições essenciais com o cliente, como prazos e requisitos específicos de aplicação, e ao final do processo emite um documento chamado Ficha de Produção (FP) o qual contém a descrição das peças e quantidade passando direto para suprimentos e Produção ou quando se trata de um novo projeto é direcionado para a Engenharia, setor este que assume o papel de traduzir essa FP em documentação técnica detalhada, modelos 3D, desenhos, listas de materiais e instruções de montagem, que servirão como base para o planejamento e execução. A qualidade e a clareza dessas informações são fundamentais, uma vez que influenciam diretamente no desempenho das etapas subsequentes.

Um primeiro aspecto a ser apresentado diz respeito ao papel estruturante da Ficha de Produção (FP), documento emitido pelo setor Comercial ao final da negociação e que registra, de forma padronizada, a descrição das peças, o código do pedido, a quantidade e as especificações necessárias para execução. A FP, mostrada na figura 7, funciona como o elo documental entre Comercial, Suprimentos, Engenharia e Produção, assegurando que os setores subsequentes recebam informações padronizadas e confiáveis num geral, é portanto, um ponto crítico, pois se conter informações incorretas pode criar retrabalho, dificuldade de entendimento e desalinhamento com o cliente.

Figura 7- Ficha de Produção

**FICHA DE PRODUÇÃO**

CLIENTE: **Pirelli** PROP: **PoLV-9215A-25**

Incoitem:  FOB  CIF  Transportadora: Valor do frete: R\$

Data ped.: 05/10/2025  Embalagem

Prazo: 05/11/2025 - 25 dias úteis, se der:  Fôto da coleta

Obs.:  Manual - Data de envio: / /  Humberto.Cardoso@pirelli.com

Qtde: 01  
Tipo: Pallet

Cada pallet contém a quantidade de peças especificadas abaixo:

Cód.	Descrição	Qtde	P1
P00V-0M	PÓRTICO LAMPA DE VIDA MÓVEL MONTEEUSE - APTURA ÚTL. 6M - LARGURA TOTAL 6M - QUANTIDADE DE 2 PEÇAS. JENKINSONPTO TOTAL NBR 14.523-1 E IV-35. RESINAR P00V0M/MONTEEUSE.	1	
TROLE	Trole CSM 2 Ton. para viga W150 (revenda)	2	
TRAVAQ	Trava-queadas 6m SteelFlex (revenda)	2	

Observações:

1 de 1

Monteeuse \* Todos os direitos reservados.

Fonte: Monteeuse, 2025.

Quando o projeto vendido é um item novo os desenhos técnicos são elaborados pelo projetista (E01). A partir da FP O modelo 3D é detalhado em vistas, cortes, listas de materiais e tolerâncias de fabricação e sequenciados em desenhos e códigos, após essa etapa, o Engenheiro Mecânico (E02) realiza a revisão estrutural e normativa aprovando o conjunto e permitindo a impressão dos documentos de produção, que são carimbados pelo E01 e entregues a produção. Os arquivos finais são exportados em PDF, e DXF utilizados por fornecedores externos em processos CNC como laser, plasma, jato d'água ou dobras. Os principais pontos críticos dessa etapa incluem falhas de detalhamento, ausência de cotas essenciais, inconsistências entre o modelo 3D e o desenho 2D, exportações e identificações incorretas no DXF, divergências entre padrões de dobra/corte dos fornecedores e erros de revisão que podem resultar em peças incompatíveis, retrabalho ou desperdício de material. Por isso, a padronização

dos desenhos, conferência metrológica e a validação documental são etapas essenciais para garantir a confiabilidade do processo.

### ***5.2.6 Pontos críticos dos Suprimentos***

Com o projeto finalizado, desenhos prontos e carimbados pelo projetista, o setor de Suprimentos e PCP reúne as necessidades de recursos, considerando tubos, chapas, serviços, mão de obra e considerando consumíveis de soldagem, abrasivos, parafusos, dispositivos e demais insumos. Esse planejamento é alinhado ao nível tático descrito por Dias (1995), que destaca a importância de prever demandas, antecipar compras e selecionar fornecedores confiáveis para evitar interrupções no processo. A partir desse ponto, o PCP define a sequência das operações, estima prazos e coordena o fluxo interno, essas informações são passadas para o Trello em listas cartões e checagem, que vão ser informadas pela produção quando concluídas.

Outro ponto que complementa a compreensão do processo refere-se ao controle logístico e ao acompanhamento sistêmico dos materiais, que vai muito além da simples verificação de disponibilidade. No setor de Suprimentos, o processo inicia ainda antes do recebimento físico, por meio do acompanhamento ativo das Ordens de Compra e de Serviço, exigindo contato frequente com fornecedores para confirmação de prazos, status de produção e condições de transporte.

Essa etapa inclui insistência contínua junto aos parceiros comerciais, uma vez que atrasos ou erros em serviços especializados, como corte CNC, dobra ou galvanização impactam diretamente o sequenciamento produtivo, definido pelo PCP. A seleção desses fornecedores resulta de um processo criterioso baseado em histórico de não conformidades (RNCs), experiência prévia, referências de mercado, avaliações de outros clientes e pesquisas em plataformas digitais, garantindo que somente fornecedores confiáveis permaneçam na cadeia. Esse procedimento está alinhado ao requisito 8.4 da ISO 9001, que determina avaliação sistemática de provedores externos, reforçando que a qualidade do produto depende da qualidade dos insumos e serviços contratados e das informações enviadas.

Assim, a integração entre acompanhamento logístico de Suprimentos, controle rigoroso de transporte, avaliação criteriosa de fornecedores, inspeção metrológica e documental, e armazenamento seguro, aliada a qualidade de informação, formam um dos pilares mais críticos do processo produtivo. Como defendem Slack, Chambers e Johnston (2009), a performance de

toda a cadeia produtiva depende da fluidez e da confiabilidade das entradas, falhas no recebimento tendem a se propagar pelas etapas subsequentes, ampliando custos e comprometendo a qualidade o prazo de entrega.

### ***5.2.7 Pontos Críticos no Recebimento de Produtos***

Quando o material chega ao galpão, o controle passa a envolver o setor de Produção, responsável pela inspeção dimensional e documental, atividade que compreende medições com paquímetro, comparação entre as especificações do Desenho Técnico e a Nota Fiscal física entregue pelo transportador, bem como conferência cruzada com o orçamento e com o registro prévio no Trello. Paralelamente, Suprimentos valida se o transporte ocorreu conforme contratado, verificando embalagens, integridade da carga, danos aparentes e se as condições de descarga atendem aos padrões estabelecidos. Os documentos eletrônicos associados, DANFE, XML, certificados e laudos de origem são arquivados no OneDrive, assegurando rastreabilidade, controle documental e conformidade com os requisitos de informação documentada da ISO 9001:2015.

O processo se completa com o armazenamento adequado dos materiais, realizado pelo setor de Produção. Barras, chapas, perfis e componentes chegam em dimensões padronizadas e são organizados em estantes específicas e áreas demarcadas, movimentados com segurança por paleteiras e dispositivos internos. A correta identificação dos lotes, o cuidado na disposição dos materiais e a prevenção de mistura entre itens provenientes de diferentes fornecedores constituem etapas essenciais para evitar danos físicos, retrabalhos e perdas de rastreabilidade.

Da mesma forma, a estrutura física do armazenamento, que envolve estantes segregadas para barras, chapas e peças provenientes de serviços de corte e dobra, complementa a visão apresentada anteriormente ao detalhar que esses materiais são adquiridos em dimensões específicas, tubos em peças de seis metros, chapas de 1,20 × 3,00 m ou 2,20 m, movimentados utilizando paleteiras, seguindo marcações no piso e cuidados ergonômicos. Esse ambiente físico cuja descrição detalhada reforça a importância da organização e segurança para evitar perda de rastreabilidade, danos mecânicos, retrabalhos ou acidentes.

### **5.2.8 Pontos Críticos Produção**

A execução produtiva ocorre no setor de Produção, onde são realizadas as etapas de corte, furação, montagem, soldagem e acabamento. Cada uma dessas etapas representa uma transformação parcial do produto e deve ser realizada de acordo com parâmetros técnicos previamente estabelecidos, garantindo repetibilidade, segurança e conformidade dimensional. Essa estrutura se aproxima da lógica apresentada por Shingo (1996), que defende que o fluxo produtivo deve minimizar variações e eliminar fontes de desperdício, especialmente em ambientes que trabalham com produtos sob medida, como é o caso da Monteeuse.

No que diz respeito às etapas fabris, no corte, destaca-se o uso da serra fita horizontal com regulagem de angulação, a necessidade de aferição semanal dos parâmetros da máquina e os cuidados com o esquadro e o nivelamento, pontos críticos que determinam o sucesso das etapas posteriores.

Na furação, operada por P04 e P05 o uso de riscadores, punções, paquímetros de profundidade e gabaritos próprios, além das rotinas de manutenção diária das furadeiras, substituição de mandris e limpeza de cavacos, reforçando o papel da metrologia e da manutenção preventiva, são essenciais para o bom funcionamento, erros e retrabalhos aqui afetam as próximas etapas, podendo se tornar um problema progressivo de retrabalho, caso não sejam identificados logo, por isso todas as etapas são verificadas pelas etapas seguintes.

A etapa de soldagem MIG/MAG constitui uma das fases mais sensíveis do processo produtivo, pois envolve variáveis térmicas, mecânicas e operacionais que influenciam diretamente a integridade estrutural das peças. O processo utiliza gabaritos para garantir alinhamento quando possível, iniciando-se pelo ponteamento e avançando para a deposição dos cordões no padrão adequado, o que assegura repetibilidade e distribuição uniforme do calor. Em peças de parede fina, a abertura de furos de alívio previne deformações internas resultantes da expansão dos gases, evitando empenamentos e falhas dimensionais. A verificação dos parâmetros de solda como vazão do gás, tensão, corrente e velocidade de avanço é essencial, assim como a manutenção periódica dos equipamentos e a substituição de consumíveis (bicos de contato, bocais, guias e difusores). Em casos de suspeita de trincas ou porosidades, utiliza-se spray revelador, reforçando o controle de qualidade. Os principais pontos críticos dessa etapa incluem instabilidade dos parâmetros elétricos, deformações por concentração de calor, alinhamento inadequado ou uso incorreto de gabaritos, contaminação da junta por resíduos, desgaste de consumíveis e falhas de inspeção. Como destaca Shingo,

processos especiais como soldagem exigem padronização rigorosa, pois pequenas variações tendem a se propagar ao longo das etapas seguintes, gerando retrabalhos e perda de desempenho estrutural.

Após a soldagem, as peças passam pelo acabamento superficial, etapa essencial tanto para a estética quanto para a segurança do produto. O processo envolve o uso de esmerilhadeiras angulares com discos flap, desbaste e corte, além de talhadeiras e escovas metálicas para remoção de rebarbas, respingos de solda e irregularidades superficiais. A correta execução do acabamento garante superfícies uniformes, sem quinas vivas ou arestas cortantes, preparando as peças para receber pintura eletrostática, galvanização eletrolítica ou galvanização a fogo. O controle do acabamento influencia diretamente a aderência dos revestimentos e a durabilidade da proteção anticorrosiva. Os principais pontos críticos desta etapa incluem desgaste excessivo do material por desbaste irregular, aquecimento indevido da peça, permanência de rebarbas que comprometem a segurança do usuário, contaminação por partículas abrasivas que prejudicam a pintura, utilização inadequada de discos, manutenção deficiente das esmerilhadeiras e falta de inspeção visual detalhada. Um acabamento mal executado tende a comprometer todos os processos subsequentes, evidenciando a importância dessa fase dentro do controle de qualidade.

A depender do projeto, após as etapas internas, o produto segue para serviços terceirizados, como galvanização eletrolítica ou pintura eletrostática a pó. Nesses casos, o controle de transporte, conferência do estado da peça e verificação da integridade após o retorno tornam-se pontos essenciais do processo, reforçando a necessidade de integração e rastreabilidade, conforme previsto pela ISO 9001 em seu requisito 8.4 sobre controle de fornecedores externos.

Galvanização a fogo e pintura eletrostática possuem requisitos próprios de aderência, tolerância dimensional e desempenho anticorrosivo, o que torna imprescindível a seleção criteriosa de fornecedores com base em RNCs, histórico e confiabilidade. Essa etapa introduz riscos adicionais, como danos no transporte, deformações térmicas, falhas de revestimento e divergências entre projeto e execução; por isso, todas as peças retornadas passam por nova inspeção dimensional e visual. Assim, a terceirização representa um ponto crítico do processo produtivo, demandando controle rigoroso da documentação enviada, acompanhamento logístico, comunicação técnica precisa e integração total com o PCP e Suprimentos, conforme recomendado pela ISO 9001 e pelos autores Slack, Chambers e Johnston (2009).

O produto retorna para inspeção final, embalagem e expedição. Essa fase contempla uma verificação dimensional, visual e funcional, garantindo que o equipamento atenda às especificações de projeto e aos requisitos do cliente. A inspeção final funciona como um

mecanismo preventivo para minimizar retrabalhos e elevar a confiabilidade do processo como um todo.

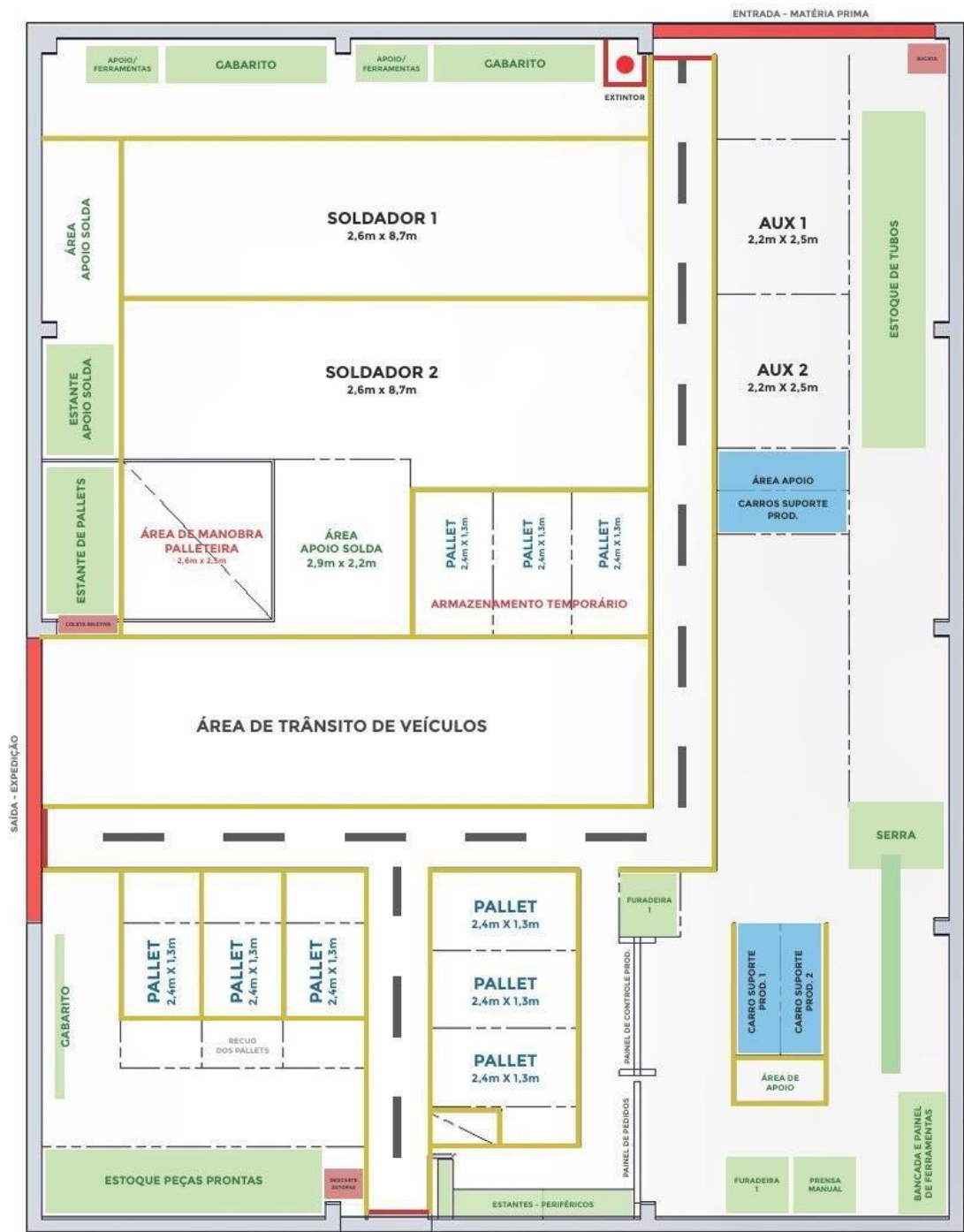
Por fim, a etapa de montagem final, embalagem e expedição incorpora procedimentos fundamentais para garantir a integridade do produto até o cliente. A Monteeuse realiza internamente a confecção de pallets específicos para cada pedido, dimensionados conforme as características do equipamento, utilizando caibros e tábuas de Pinus e fixações adequadas. Durante a preparação da carga, aplicam-se materiais protetivos como papelão, plástico bolha, filme stretch, fita PET e selos metálicos, que asseguram a proteção das superfícies contra atrito, impactos e umidade.

As peças são identificadas individualmente por canetas próprias para danificar o acabamento, adesivos, e *QR-Code*, permitindo rastreabilidade e conferência rápida na expedição. Antes do envio, realiza-se um registro fotográfico da carga arrumada na carroceria, juntamente com a identificação do motorista e dados do veículo, garantindo documentação visual e a segurança logística. Os pontos críticos dessa etapa envolvem a correta seleção do pallet, o posicionamento adequado das peças para evitar deformações, a aplicação uniforme das proteções, o risco de mistura de itens entre pedidos, falhas na fixação da carga, perda de rastreabilidade por etiquetas mal aplicadas, além de erros na documentação de transporte. Assim, montagem, embalagem e expedição constituem fases finais determinantes para a qualidade percebida pelo cliente, reforçando que a conformidade só se encerra quando o produto é entregue de forma segura, íntegra e completamente rastreável.

Assim, este capítulo aprofunda tecnicamente o processo produtivo previamente descrito, adicionando informações operacionais essenciais e identificando pontos críticos específicos de cada etapa, desde a documentação inicial, inspeção, armazenamento, processos internos, terceirizações, até a expedição. Essa ampliação permite uma compreensão mais robusta do sistema produtivo da Monteeuse e fundamenta as análises que serão exploradas na etapa seguinte deste trabalho.

A figura 8 mostra a disposição do galpão e a área direcionada a cada processo produtivo.

Figura 8 – Layout Monteuse



Fonte: Monteuse, 2025.

### 5.3 Descrição dos recursos e pontos críticos

O custo e a disponibilidade dos materiais exercem influência direta sobre o desempenho econômico e o prazo de produção do produto. Além dos tubos, vigas e chapas normalmente encontrados no mercado nacional, barras roscadas e porcas manuais compatíveis para a composição de mecanismo de regulagem que dá estabilidade às estruturas. Esses componentes representam um ponto crítico de atenção na cadeia de suprimentos, pois possuem *lead time* variável, dependente tanto da disponibilidade de matéria-prima dos distribuidores quanto da eficiência logística das transportadoras. Por essa razão, acompanhar o status de fornecimento dessas peças torna-se essencial, uma vez que atrasos podem comprometer o cronograma de montagem e a entrega ao cliente.

A matéria-prima é o primeiro item na análise de pontos críticos de construção e formação de valor, qualidade e controle de qualquer produto industrial. As dimensões, geométricas e propriedades dos materiais exercem influência direta tanto na capacidade estrutural quanto na disponibilidade no mercado, fatores que impactam o prazo de produção, o custo final e a eficiência do atendimento ao cliente.

O material predominante utilizado é o tubo de aço quadrado ou redondo, amplamente disponível no mercado nacional em barras de 6 metros de comprimento, conforme especificações de fornecimento industrial, seguem padrões normalizados e podem, em muitos casos, ser substituídos por dimensões próximas, ajustando-se o diâmetro externo e a espessura de parede conforme a necessidade do projeto. No entanto, essas alterações afetam simultaneamente o peso, a resistência mecânica e o custo total, uma vez que o material é comercializado por massa. Dessa forma, tubos de maior diâmetro e espessura aumentam proporcionalmente o peso, o consumo de solda, o tempo de corte e acabamento e, conseqüentemente, o custo da mão de obra. Esse princípio é recorrente em todos os produtos metálicos fabricados pela empresa, desde escadas Andaimos e plataformas até linhas de vida e suportes estruturais, onde o equilíbrio entre rigidez e leveza é um fator crítico de projeto.

Outro fator determinante está relacionado às economias de escala obtidas pela compra de grandes lotes de matéria-prima, que reduzem significativamente o custo por unidade. Essa diferença foi especialmente notável na comparação entre os tubos quadrados 40x40x2,65 mm e 70x70x3 mm, em que se verificou uma variação de aproximadamente 19% no custo por quilograma, favorecendo o uso de seções padronizadas nas atividades e catálogos da empresa. Os custos de aquisição consideram tributação sobre tubos metálicos, incluindo 12% de ICMS

e 3,25% IPI, para tubos redondos e ICMS de 5,25% para tubos quadrados totalizando uma carga 15,25% e 17,25%, conforme prática de mercado e dados fiscais vigentes

As chapas metálicas, por sua vez, desempenham papel fundamental na fixação e união de componentes, como bases de apoio e placas de ligação entre tubos. São normalmente cortadas por processos a laser ou plasma CNC, garantindo precisão dimensional e ajuste perfeito dos encaixes, conforme as diretrizes da ABNT NBR ISO 9013:2016 (corte térmico de metais). Esse tipo de processo, embora mais preciso, demanda maior investimento inicial e requer planejamento detalhado da geometria das peças, o que também se aplica a outros produtos metálicos, como pórticos de maior porte, plataformas elevatórias e estruturas personalizadas, nos quais os erros dimensionais podem gerar retrabalhos e desperdícios significativos. A tributação sobre as chapas é de 12% do ICMS e mais 3,25% IPI.

Os rodízios mais utilizados são rotativos possuem núcleo de ferro fundido e revestimento externo de poliuretano moldado (PU), material que combina resistência mecânica e absorção de impacto, além de reduzir o ruído e minimizar danos ao piso durante a movimentação da estrutura. Esses rodízios são identificados de acordo com o diâmetro e a largura da roda, ambos expressos em polegadas, parâmetros que determinam tanto a capacidade de carga estática e dinâmica quanto o esforço necessário para movimentação.

Os componentes comerciais, como rodízios, parafusos, porcas e arruelas, representam outro ponto de atenção. Os rodízios, essenciais ao conceito de produtos móveis, podem ter peso e custo expressivos no valor total do produto, especialmente em itens de maior capacidade de carga. Além disso, possuem prazo médio de aquisição de até 20 dias úteis, o que os torna um gargalo logístico caso não sejam adquiridos com antecedência. Já os elementos de fixação, apesar de amplamente disponíveis no mercado e facilmente adquiridos em lojas regionais ou online, exigem controle rigoroso de qualidade e rastreabilidade, pois variações em classe de resistência, rosca ou acabamento superficial podem comprometer o desempenho e a segurança das estruturas.

Os componentes de fixação como parafusos, porcas autotravantes e arruelas, rebites de repuxo, asseguram uma conexão firme e resistente à vibração, em conformidade com os princípios de segurança mecânica descritos na ABNT NBR 8400:1984 Cálculo de Equipamentos para Movimentação de Cargas e na NR-12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

No campo dos serviços terceirizados, destacam-se processos como galvanização eletrolítica, pintura eletrostática, usinagem e conformação de tubos. A galvanização, aplicada

principalmente em sapatas e vigas e pisos sujeitos a contato direto com o solo, ou desgaste, garantem proteção anticorrosiva e durabilidade do produto, enquanto a pintura eletrostática confere acabamento estético e atende às exigências da NBR 7195:2020, que define a coloração amarela de segurança para equipamentos que apresentem risco de esmagamento ou queda de carga. Processos mais complexos, como dobras especiais e usinagens complementares, demandam atenção redobrada, pois aumentam o *lead time* total, o risco de falhas intermediárias e o custo operacional, já que exigem logística entre fornecedores, transporte, e aprovação de cada etapa antes da montagem final.

Outro aspecto relevante refere-se às peças que exigem cortes CNC e conformação as quais apresentam maior valor agregado devido à precisão dimensional e ao acabamento superior do processo. Da mesma forma, os serviços de usinagem, por envolverem produção em pequena escala e elevada demanda técnica, frequentemente resultam em prazos de entrega mais longos, além de variações significativas de preço e disponibilidade de fornecedores qualificados. Esses fatores somados elevam o custo total do produto, mas também garantem qualidade, padronização e confiabilidade dimensional atributos indispensáveis para equipamentos industriais de segurança e movimentação de cargas, conforme ressaltam Slack *et al.* (2009), ao destacarem que o equilíbrio entre custo, flexibilidade e confiabilidade constitui um dos pilares do desempenho operacional.

Por fim, os processos internos de corte, furação, soldagem, acabamento e montagem representam parcela significativa do custo de transformação e do tempo total de produção. A complexidade geométrica das peças, o número de cortes e furos, as tolerâncias dimensionais e a espessura do material influenciam diretamente o tempo de execução e o esforço de mão de obra. Nesse sentido, a padronização de componentes e processos, aliada à adequação de ferramentas e gabaritos, é essencial para reduzir a variabilidade e aumentar a produtividade, conforme os princípios do Planejamento e Controle da Produção (TUBINO, 1997). Além disso, dá melhoria contínua do processo produtivo (CAMPOS, 2004).

À medida que a complexidade estrutural e de montagem aumenta, observa-se também um acréscimo proporcional no tempo total de produção, o que impacta diretamente a participação da mão de obra no custo final do produto, uma vez que os custos indiretos estão distribuídos nela. Nos modelos analisados, esse efeito torna-se evidente, enquanto nas versões mais simples, com uma única escada e menor número de componentes, a mão de obra representou cerca de 30% do valor total dos produtos, já nas configurações mais complexas chegou a atingir 35%.

Esse comportamento confirma o princípio de Slack *et al.* (2009), segundo o qual o aumento da complexidade do processo produtivo eleva o custo operacional e reduz a eficiência marginal, sobretudo em sistemas com elevada dependência de atividades manuais. Assim, fica evidente, portanto, que a otimização dos processos internos, especialmente nas etapas de corte, soldagem e montagem, é determinante para o controle de custos.

Além das observações, é possível considerar cenários mais agressivos de competitividade, viabilizados por estratégias globais de aquisição e produção. Empresas com maior capacidade financeira e logística, como concorrentes analisados, podem importar matérias-primas em grandes lotes como aço e rodízios provenientes de países como a China, cujos preços são substancialmente mais baixos em razão do custo de produção reduzido, incentivos fiscais e economias de escala internacionais.

Em um cenário ainda mais avançado de integração produtiva global, é possível inclusive terceirizar parcialmente a fabricação de componentes estruturais, aproveitando custos de mão de obra e processos industriais mais baixos no exterior. Essa prática, amplamente utilizada em cadeias produtivas multinacionais, tem potencial para reduzir drasticamente os custos de aquisição e manufatura, embora possa implicar maiores prazos logísticos e desafios de controle de qualidade. Paralelamente, os custos indiretos de fabricação (CIF) podem ser redistribuídos de forma estratégica entre os diferentes ramos de atuação da empresa, diluindo conforme a representatividade de cada linha de produto. Essa prática contábil e gerencial permite melhorar a competitividade de segmentos-chave, mantendo a sustentabilidade financeira global da organização.

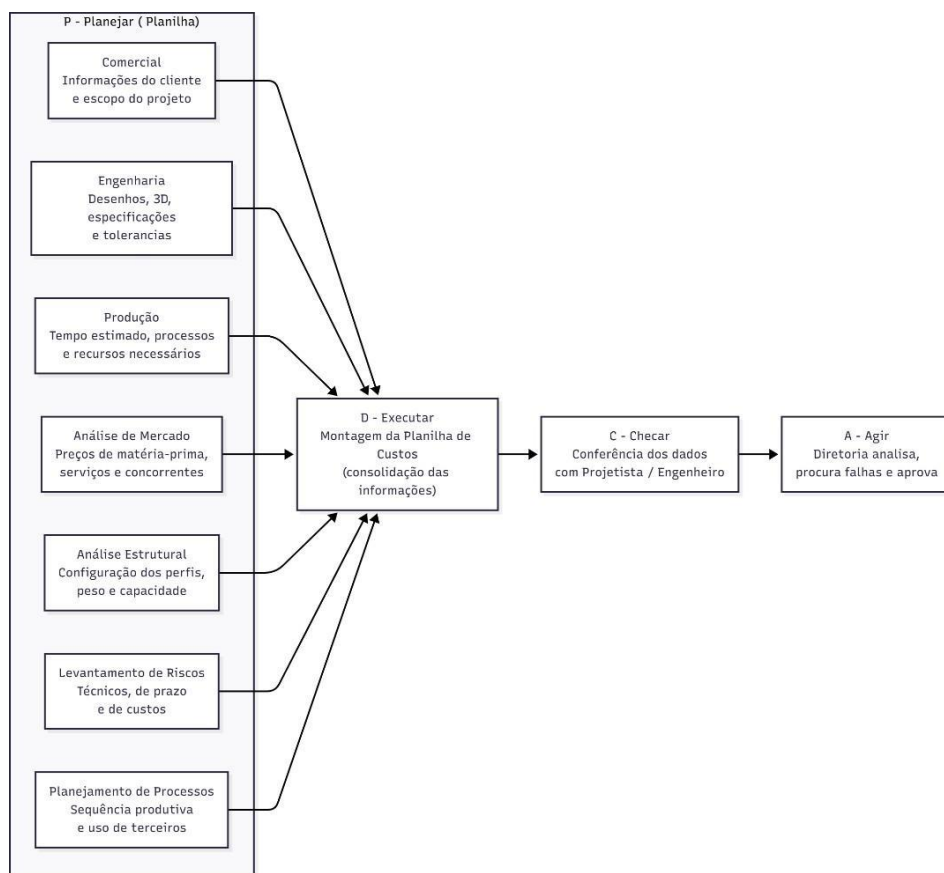
Empresas com estrutura fabril mais robusta, conseguem reduzir significativamente seus custos operacionais ao adotar processos produtivos integrados, como corte a laser de tubos e chapas dentro da própria planta industrial, eliminando parte dos custos logísticos e do tempo de espera entre etapas. Essa verticalização reduz não apenas o custo unitário de fabricação, mas também o *lead time* total do produto, conferindo maior flexibilidade operacional e maior poder de negociação junto à cadeia de suprimentos.

Esses pontos críticos de matéria-prima, componentes comerciais, serviços terceirizados e processos internos se repetem nos produtos da Monteeuse, além deles é necessário ressaltar os consumíveis utilizados nas operações, controlados pela coordenadoria de produção.

Esses consumíveis incluem EPI's, óleos para corte, lâminas, discos, arame de solda, gás de solda, itens de higiene, embalagem entre outros, e têm seus fornecedores cadastrados e controlados em um sistema *kamban*, onde quando chegam abaixo de estoques estabelecidos, são feitos pedidos de compra.

Essas características são comuns em toda a indústria metalmeccânica. por isso, a gestão integrada entre engenharia, PCP e compras, apoiada por sistemas, como as planilhas de custos e o Trello, são essenciais para garantir competitividade, previsibilidade e controle de custos em todas as etapas da produção, e devem ser organizadas de forma que criem uma representação de informações. No caso estudado, essa dinâmica se aplica à planilha de custos que absorve todas essas informações as quais criam um registro aliado ao valor esperado e analisado de cada item em um contexto aplicado ao ciclo PDCA, conforme demonstrado na figura 9.

Figura 9 – Ciclo PDCA planilhas



Fonte: Autor, 2025.

## 5.4 Controle dos recursos e processos, um modelo de registro aplicado a um sistema de gestão da qualidade baseado na interface Excel/Trello

O sistema de qualidade dos processos produtivos foi proposto, desenvolvido e estruturado em duas ideias principais: organizar cada recurso produtivo em planilhas divididas em três categorias, matéria-prima, serviço, comercial e interno. A execução destes processos permite organizar e acompanhar de forma integrada todas as etapas da produção desde a concepção dos conjuntos até a definição detalhada dos insumos e etapas produtivas. Essas informações são trabalhadas e divididas entre grupos de fornecedores definidos e apresentados de forma visual através do Trello, sendo apresentado com *checklists* padronizados e com informações consultivas e de controle.

### 5.4.1 Interface Excel

O sistema de planilhas desenvolvido foi estruturado em quatro abas principais, permitindo organizar e acompanhar de forma integrada todas as etapas da produção desde a concepção dos conjuntos até a definição detalhada dos insumos e etapas produtivas. Essa abordagem está em conformidade com o conceito de integração entre planejamento e controle descrito por Slack, Chambers e Johnston (2009), segundo os quais a eficiência produtiva depende

A aba Peças funciona como uma espécie de DNA do projeto, pois contém as informações essenciais que darão origem a todos os cálculos e controles das demais etapas. Devem ser preenchidos os dados nas colunas que serão utilizados nas fórmulas de cada peça, incluindo:

- imagem e descrição ou nome da peça;
- desenho técnico do item (quando disponível e necessário);
- código individual dos itens que compõem a peça;
- peso por metro para matérias-primas como tubos e barras;
- dimensões utilizadas para cálculos de uso de tubos e peso das chapas sendo a primeira medida em milímetros e a segunda em milímetros cúbicos;
- peso individual de cada item;
- quantidade utilizada;

- valor unitário;
- tempo de processo;
- área superficial (em casos de pintura).

Essas informações são utilizadas para realizar cálculos pré-definidos que apresentam automaticamente:

- o custo de produção de cada peça;
- o peso aproximado e o peso unitário;
- a quantidade total para compra;
- o valor total das peças e do projeto;
- participação nos custos do projeto.

A figura 10 mostra a aparência da planilha aplicada a um pedido de pórtico de içamento de cargas com 4,5 m de altura, 2,5 m de largura útil e 2 toneladas de capacidade de carga (PO 4,5x2,5 2T). Nessa imagem, algumas colunas foram suprimidas para destacar as informações mais relevantes, utilizando formatação condicional, que escurece em tom de vermelho os valores totais mais impactantes nas peças.

Essa estrutura reflete o princípio da padronização e rastreabilidade de custos, abordado por Bornia (2010), segundo o qual a organização e a categorização dos dados de produção

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
Quantidade	Descrição	Imagem	valor	Peso	MO	Descako	Código	Descrição	Dimensão	Peso Un.	Qtdt utilizada	Valor	Qtdt Util Valor Total							
4	RODÍZIO PU 10" x 3" 1300kg		R\$ 1.078,63	16,292	0,16 k		COMERCIAL	RODCAR GPAOP 103 UFK - Cpg 1500Kg	16,000 Kg	1	R\$ 1.054,18	1,00	R\$ 1.054,18							
							COMERCIAL	PARAFUSO CABEÇA CHATA SEXTAVADO M12X35 - DIN 24018 - Galvanizado	0,043 Kg	4	R\$ 1,19	4,00	R\$ 4,76							
							COMERCIAL	PORCA AUTO TRAVANTE M12 DIN 934	0,018 Kg	4	R\$ 0,65	4,00	R\$ 2,60							
							COMERCIAL	ARRUELA LISA M12 DIN 934	0,008 Kg	8	R\$ 0,27	8,00	R\$ 2,15							
1	8.000.851 - VIGA W 200X22,5X358mm		R\$ 2.229,33	82,738 Kg	4,77 k		6.002.053	VIGA W 200X19,2X350 - 16 Furos 14	3580 mm	80,550 Kg	1	R\$ 10,30	80,550 Kg	R\$ 820,33						
							6.000.520	CHAPA 3,25X1200X300mm - Onula de içamento - Corte à laser	65020 mm²	0,662 Kg	2	R\$ 28,01	1,324 Kg	R\$ 33,16						
							COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12X40	0,048 Kg	12	R\$ 1,19	12,00	R\$ 14,50							
							COMERCIAL	PORCA M12 TRAVA NYLON	0,062 Kg	12	R\$ 0,65	12,00	R\$ 7,80							
							COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	0,008 Kg	24	R\$ 0,27	24,00	R\$ 6,45							
							SERVIÇO	GALVANIZAÇÃO		82,738 Kg	4,50	82,738 Kg	R\$ 372,02							
							INTERNO	CORTE		0,974	R\$ -	0,974	R\$ -							
							INTERNO	FURAÇÃO		0,994	R\$ -	0,994	R\$ -							
							INTERNO	SOLDA		3,294	R\$ -	3,294	R\$ -							
							INTERNO	ACABAMENTO		0,974	R\$ -	0,974	R\$ -							
							INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM		3,294	R\$ -	3,294	R\$ -							
							INTERNO	MÃO DE OBRA		4,77 k	R\$ -	200,00	4,77 k	R\$ 353,11						
2	8.000.850 - Lateral Angelada 4,5m		R\$ 3.132,15	165,659 Kg	4,63 k		6.002.043	TUBO QUADRADO 10X10X3X4255,1mm - 1 corte 30,75" x 12,5"	4259 mm	26,362 Kg	2	R\$ 0,31	53,824 Kg	R\$ 448,01						
							6.001.407	TUBO QUADRADO 10X10X3X206mm - 2 cortes 30,75"	206 mm	1,304 Kg	1	R\$ 0,31	1,304 Kg	R\$ 10,84						
							6.002.044	TUBO QUADRADO 10X10X3X1805,4mm - 2 cortes 12,5"	1805 mm	12,269 Kg	1	R\$ 0,31	12,269 Kg	R\$ 100,27						
							6.002.045	TUBO QUADRADO 10X10X3X1502,2mm - 2 cortes 12,5"	1502 mm	9,244 Kg	1	R\$ 0,31	9,244 Kg	R\$ 69,43						
							6.002.049	TUBO QUADRADO 10X10X3X939mm - 2 cortes 12,5"	939 mm	4,419 Kg	1	R\$ 0,31	4,419 Kg	R\$ 36,71						
							6.002.046	TUBO QUADRADO 10X10X3X1288,6mm - 2 cortes 15"	1289 mm	6,159 Kg	1	R\$ 0,31	6,159 Kg	R\$ 67,16						
							6.002.041	TUBO QUADRADO 10X10X3X377,8mm - 1 corte 6" x 3"	378 mm	0,455 Kg	2	R\$ 0,31	0,910 Kg	R\$ 6,18						
							6.002.048	TUBO QUADRADO 10X10X3X2218mm - 1 corte 3" x 6"	222 mm	1,404 Kg	2	R\$ 0,31	2,808 Kg	R\$ 23,33						
							6.002.050	TUBO QUADRADO 10X10X3X668,5mm - 2 cortes 15"	669 mm	4,232 Kg	1	R\$ 0,31	4,232 Kg	R\$ 35,16						
							6.002.051	TUBO QUADRADO 10X10X3X4195mm LD - 1 corte 7', 15", 29" x 84"	4196 mm	26,565 Kg	1	R\$ 0,31	26,565 Kg	R\$ 220,71						
							6.002.052	TUBO QUADRADO 10X10X3X4195mm LE - 1 corte 7', 15", 29" x 84"	4196 mm	26,565 Kg	1	R\$ 0,31	26,565 Kg	R\$ 220,71						
							6.001.410	TUBO QUADRADO 10X10X3X200mm	200 mm	1,264 Kg	1	R\$ 0,31	1,264 Kg	R\$ 10,52						
							6.001.418	CHAPA 3,25X1540X2440mm - Corte à laser	119124 mm²	3,473 Kg	1	R\$ 28,01	3,473 Kg	R\$ 272,34						
							6.001.420	TUBO QUADRADO 40X40X3X2537360mm	360 mm	1,150 Kg	1	R\$ 5,90	1,150 Kg	R\$ 1,60						
							6.001.145	CHAPA 3,25X200X150mm - Corte à laser	28350 mm²	2,257 Kg	2	R\$ 28,01	4,514 Kg	R\$ 130,08						
							SERVIÇO	PINTURA		7,00 m²	R\$ -	7,00 m²	R\$ 532,10							
INTERNO	CORTE		1,33 k	R\$ -	1,33 k	R\$ -														
INTERNO	FURAÇÃO		0,00 k	R\$ -	0,00 k	R\$ -														
INTERNO	SOLDA		1,22 k	R\$ -	1,22 k	R\$ -														
INTERNO	ACABAMENTO		0,28 k	R\$ -	0,28 k	R\$ -														
INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM		1,95 k	R\$ -	1,95 k	R\$ -														
INTERNO	MÃO DE OBRA		4,63 k	R\$ -	200,00	4,63 k	R\$ 335,50													
2	Dispositivo Auxiliar de içamento 5m		R\$ 203,01	12,766 Kg	0,17 k		6.001.682	CHAPA 4,76X267,7X50mm - Perfil U içamento - corte à laser e dobra	76455 mm²	0,604 Kg	2	R\$ 28,01	1,208 Kg	R\$ 34,81						
							MP	TUBO QUADRADO 40X40X3X2537360mm - Furo de alívio	360 mm	1,150 Kg	1	R\$ 5,90	1,150 Kg	R\$ 10,68						
							COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12X10	0,018 Kg	4	R\$ 0,65	4,00	R\$ 2,60							
							COMERCIAL	PORCA M12 TRAVA NYLON	0,018 Kg	4	R\$ 0,65	4,00	R\$ 2,60							
SERVIÇO	ARRUELA LISA M10	0,008 Kg	8	R\$ 0,27	8,00	R\$ 2,15														
INTERNO	PINTURA		0,62 m²	R\$ -	15,00	0,62 m²	R\$ 46,82													
INTERNO	CORTE		0,00 k	R\$ -	0,00 k	R\$ -														
INTERNO	FURAÇÃO		0,01 k	R\$ -	0,01 k	R\$ -														
INTERNO	SOLDA		0,00 k	R\$ -	0,00 k	R\$ -														
INTERNO	ACABAMENTO		0,10 k	R\$ -	0,10 k	R\$ -														
INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM		0,08 k	R\$ -	0,08 k	R\$ -														
INTERNO	MÃO DE OBRA		0,17 k	R\$ -	200,00	0,17 k	R\$ 33,33													

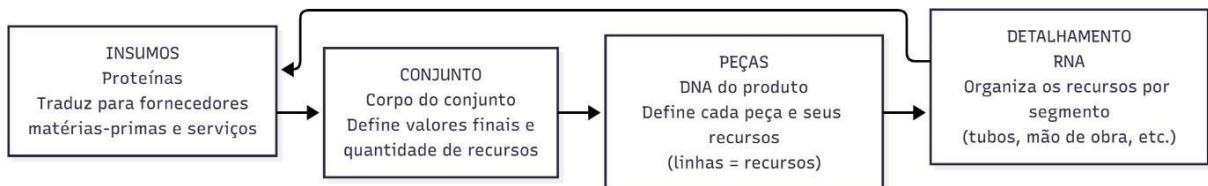
permitem mensurar e controlar os custos industriais de forma eficiente e transparente.

Figura 10 - Planilha de custos aba Peças

Fonte: Autor, 2025.

A planilha é dividida em quatro abas principais que seguem ordens lógicas e pode ser utilizada nos mais diversos tipos de produto, podendo ser adaptada para outras áreas, haja vista que ela tem algumas características que permitem que a informação não se perca e possa ser identificada e programada com a devida ligação à peça, conjunto ou valor nelas descritos. A imagem 11 mostra a relação entre as abas descritas de forma parecida com a construção dos corpos dos organismos baseados no código genético.

Figura 11 – Esquema abas das planilhas



Fonte: Autor, 2025.

As linhas da planilha são divididas por códigos de classificação, sendo o principal deles o MP (Matéria-Prima), essa categoria também pode receber códigos internos de projeto, que permitem identificar o nível hierárquico e o tipo de componente dentro do sistema. A estrutura segue o padrão numérico adotado pela empresa, distribuído da seguinte forma:

- Categoria 8.000.000 – peças individuais;
- Categoria 7.000.000 – projetos completos compostos por uma ou mais peças;
- Categoria 6.000.000 – itens individuais que necessitam de desenho técnico para a execução de serviços internos e externos.

Esses códigos são registrados junto à descrição do conjunto ou na coluna própria destinada à identificação, garantindo o rastreamento das peças e a organização dos dados, além das matérias-primas, as linhas da planilha também são subdivididas em outras três categorias:

- **COMERCIAL:** abrange produtos periféricos e de mercado, como parafusos, porcas, grampos e rodízios;
- **SERVIÇOS:** reúne todos os tipos de serviços contratados, com campos para descrição, quantidade e valor;
- **INTERNO:** inclui os processos produtivos internos e seus respectivos tempos de execução.

Portanto, cada linha representa um material, serviço ou processo indispensável à conclusão de determinada peça ou projeto. Essa separação entre categorias assegura organização e rastreabilidade, permitindo que os códigos internos de projeto sejam tratados como matérias-primas, de modo que posteriormente possam ser analisados e agrupados com precisão. Essa sistematização está alinhada ao conceito de estrutura de produto no qual cada item é decomposto e classificado conforme sua função dentro da cadeia produtiva.

Dessa forma, os valores registrados na aba Peças são automaticamente espelhados na aba Detalhamento, garantindo continuidade lógica entre as informações. Nessa aba, os itens são classificados pelo tipo de código e pelo tipo de fornecedor, mantendo sempre uma correspondência direta com a peça a que pertencem.



A divisão dos itens, de acordo com suas linhas, garante a rastreabilidade completa das peças nas quais cada componente é utilizado, ao mesmo tempo em que separa as formas de aquisição e uso. Assim, a planilha torna-se um verdadeiro plano de produção, estruturado com base no *lead time* dos fornecedores e na ordem sequencial de fabricação.

O processo segue uma lógica progressiva: inicia-se com o corte de tubos, seguido da furação, e, nas etapas subsequentes, são incorporados os demais itens necessários à montagem. Cada componente ou serviço é programado para estar disponível conforme sua ordem de necessidade, com o fito de refletir a filosofia de planejamento das necessidades de materiais (MRP) (CORRÊA;CORRÊA, 2012).

Dessa forma, serviços e itens comerciais que participarão do processo de solda ou de etapas posteriores devem estar prontos até o início dessa operação, evitando gargalos e interrupções no fluxo produtivo. Em seguida, realiza-se o processo de soldagem, que une as peças em um novo subconjunto, o qual passará por acabamentos externos como galvanização, pintura ou ambos, além de outros serviços complementares listados em linha e classificados entre os códigos internos de projeto ou pelas categorias COMERCIAL, MP, SERVIÇO ou INTERNO.

A estrutura de planilhas da Monteeuse pode ser comparada a um sistema biológico de informação e síntese, no qual cada aba desempenha uma função semelhante aos componentes genéticos de um organismo.

De acordo com Watson e Crick (1953), o DNA (ácido desoxirribonucleico) é o material genético responsável por armazenar e transmitir as informações biológicas fundamentais, codificando as instruções necessárias para a formação e funcionamento dos organismos. Já o RNA (ácido ribonucleico), segundo Alberts *et al.* (2008), atua como intermediário entre o DNA e as proteínas, sendo responsável por transcrever e traduzir as informações genéticas em estruturas funcionais, ou seja, em proteínas que realizam as funções vitais da célula.

Fazendo um paralelo, a aba Peças funciona como o DNA da produção, o local onde estão registradas as informações fundamentais sobre cada elemento do projeto, como dimensões, códigos, pesos, quantidades e complexidades operacionais, já a aba Detalhamento, por sua vez, desempenha o papel de RNA mensageiro. Esta aba tem a função de interpretar, organizar e transportar as informações da aba Peças, traduzindo-as em dados operacionais e financeiros prontos para serem transformados em resultados produtivos concretos, conhecidas como as “proteínas” do processo industrial.

Essas “proteínas” seriam os custos finais de aquisição, os recursos produtivos efetivos e o planejamento executável, elementos estes que dão forma ao produto final. Essa analogia ilustra o conceito defendido por Slack, Chambers e Johnston (2009), segundo o qual a eficiência produtiva depende diretamente da capacidade de transformar informação em ação, ou seja, de converter o planejamento técnico em resultados tangíveis e mensuráveis.

A aba Insumos é dedicada ao controle dos custos de aquisição e abastecimento da produção. Nela, os itens são categorizados da mesma forma utilizada nas demais abas MP. Comercial, serviço e interno garantindo padronização e rastreabilidade entre todas as etapas do processo. Cada entrada dessa aba contém informações detalhadas que permitem a rastreabilidade completa de insumos e serviços:

- Descrição do item e sua unidade de medida;
- Valor de compra atualizado;
- Impostos incidentes, quando aplicáveis;
- Valor total do item já com encargos;
- Fornecedor principal e duas alternativas de fornecimento, utilizadas para cotações e substituições emergenciais;
- Custo aproximado de frete, que compõe o custo de aquisição total;
- Informação sobre manutenção de estoque, indicando se o item é de uso recorrente ou sob demanda;
- Prazo médio de entrega (lead time);
- Data da última atualização de preços, essencial para garantir a confiabilidade das análises.

Esse nível de detalhamento confere à aba dupla função, operacional e estratégica. Operacionalmente, ela permite o cálculo confiável dos custos diretos e viabiliza o planejamento do abastecimento conforme a demanda prevista nos princípios centrais do MRP. Estrategicamente, serve como banco de dados corporativo, funcionando como registro de fornecedores, prazos e históricos de preços, permitindo que qualquer colaborador autorizado negocie compras, emita pedidos ou encaminhe ordens de serviço com base em informações consolidadas e rastreáveis.

Assim, a aba Insumos marca o início efetivo do processo produtivo, pois é a partir dela que se determinam as condições de aquisição de materiais e a disponibilidade de recursos que alimentarão as demais etapas do fluxo de produção.

Do ponto de vista conceitual, a aba Insumos pode ser comparada às proteínas estruturais e funcionais de um organismo biológico, pois de acordo com Alberts *et al.* (2008), as proteínas são os elementos que conferem forma e função aos sistemas vivos, resultantes da tradução das informações genéticas codificadas no DNA e transcritas pelo RNA. Elas transformam informação em estrutura, tornando tangíveis as instruções armazenadas no material genético.

De forma análoga, na estrutura da planilha da Monteeuse, as informações provenientes das abas Peças (DNA) e Detalhamento (RNA) se materializam na aba Insumos, onde são convertidas em elementos concretos do projeto, materiais estruturais, serviços especializados e itens comerciais, esses insumos são, portanto, as “proteínas” que formam o corpo físico do produto industrial, garantindo sua existência prática.

A analogia reforça o princípio defendido por Slack, *et al.* (2009), segundo o qual a transformação de informação em ação produtiva é o núcleo da eficiência operacional. Assim como nas células, onde o DNA e o RNA não possuem função se não forem traduzidos em proteínas funcionais, na engenharia de produção, o planejamento e o controle só se concretizam quando se transformam em materiais, serviços e resultados físicos mensuráveis distribuídos conforme a figura 13 apresenta.

Figura 13- Planilha de custos - aba Insumos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
		categoria	descrição	Custo por unidade	Impostos	Valor	Fornecedor	Alternativa 1	Alternativa 2	Frete aprx	Estoque	Lead time	Atualização		
4		MP	TUBO QUADRADO 70X70X3mm	R\$ 7,10	17%	R\$ 8,31	Aços America	Mkraft	Kiferro	R\$ -	NÃO	1 Dias	out/25		
5		MP	TUBO QUADRADO 40X40X2,65mm	R\$ 5,90	17%	R\$ 6,90	Panatlantica	Aços America	Mkraft	R\$ -	SIM	10 Dias	out/25		
6		MP	VIGA W 200x19,3	R\$ 9,20	12%	R\$ 10,30	Aços America	Mkraft	Kiferro	R\$ -	NÃO	1 Dias	out/25		
8		MP	COORTE A LASER	R\$ 25,00	15%	R\$ 28,81	Weld vision	Retalhaço	Top prime	R\$ -		8 Dias	out/25		
9		MP	COORTE A LASER E DOBRA	R\$ 32,00	15%	R\$ 36,88	Weld vision	Retalhaço	Top prime	R\$ -		10 Dias	out/25		
11		COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12X40	R\$ 1,60	12%	R\$ 1,79	Fixaville	Sul Ferragens	Febrapar	R\$ -	SIM	1 Dias	out/25		
12		COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12X110	R\$ 3,00	12%	R\$ 3,36	Fixaville	Sul Ferragens	Febrapar	R\$ -	NÃO	1 Dias	out/25		
13		COMERCIAL	PORCA M12 TRAVA NYLON	R\$ 0,58	12%	R\$ 0,65	Fixaville	Sul Ferragens	Febrapar	R\$ -	SIM	1 Dias	out/25		
14		COMERCIAL	PORCA M12	R\$ 0,45	12%	R\$ 0,50	Fixaville	Sul Ferragens	Febrapar	R\$ -	SIM	1 Dias	out/25		
15		COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	R\$ 0,24	12%	R\$ 0,27	Fixaville	Sul Ferragens	Febrapar	R\$ -	SIM	1 Dias	out/25		
17		COMERCIAL	RODCAR GPAOT 124 UFK - Cap 1800Kg	R\$ 897,34	15%	R\$ 1.034,18	Rodcar	Schioppa	Colson	R\$ 200,00	NÃO	20 Dias	out/25		
19		SERVIÇO	GALVANIZAÇÃO	R\$ 4,50		R\$ 4,50	Galvan. Joinville	Vila Nova	Raitz	R\$ -		2 Dias	out/25		
20		SERVIÇO	PINTURA	R\$ 75,00		R\$ 75,00	Eletropó	Galvan. Vila Nova		R\$ -		7 Dias	out/25		
21		INTERNO	MÃO DE OBRA	R\$ 200,00		R\$ 200,00	Monteeuse			R\$ -		0 Dias	out/25		

Fonte: Autor, 2025.

A aba Conjuntos é a etapa de consolidação do sistema de planilhas da Monteeuse. Nela, cada produto é apresentado de forma visual e completa, com uma imagem ilustrativa e o respectivo código de conjunto. São incluídos o nome do produto, a descrição técnica que pode conter o desenho técnico ou uma imagem representativa, o custo total de fabricação, o peso aproximado e a mão de obra estimada para sua produção.

Todas as peças que compõem o conjunto e quaisquer outros itens associados, sejam componentes de revenda, serviços terceirizados ou processos internos, são listados nesta aba. O sistema realiza a soma automática desses valores, permitindo obter o valor total do projeto. Essa visão macro oferece uma representação sistêmica da produção, semelhante ao que Slack *et al.* (2009) descrevem como o nível de agregação do produto, no qual a organização visualiza o fluxo produtivo completo e suas interdependências, sem perder o vínculo com os elementos individuais.

Além dos conjuntos principais, a aba exibe também as imagens e descrições individuais das peças, acompanhadas de dados detalhados como peso, custo unitário e tempo de mão de obra necessário. Essa combinação de visão global e detalhamento garante rastreabilidade total, permitindo acompanhar cada item desde o planejamento (aba Peças) até o custo consolidado (aba Conjuntos).

Os itens provenientes da aba Detalhamento são automaticamente listados na aba Conjuntos, apresentando o valor de cada lote de compra e a quantidade efetiva de materiais e serviços utilizados. O sistema multiplica os materiais de produção por item, contabilizando o consumo real, o valor proporcional aplicado e as sobras potenciais geradas. Essa metodologia permite definir dois cenários de planejamento:

- O valor mínimo de compra, baseado no consumo efetivo das peças do projeto;
- E o valor máximo de compra, considerando sobras.

Como muitos cortes e sobras podem ser reutilizados em novos projetos, a planilha também serve como ferramenta de gestão de estoque residual, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência do uso de matéria-prima. Essa prática está alinhada ao conceito de controle de custos integrados e retroalimentação de processos, destacado por Corrêa e Corrêa (2000), no qual cada ciclo produtivo fornece dados que retroalimentam o planejamento de novos pedidos, caracterizando um sistema de melhoria contínua orientado a dados.

A aba Conjuntos também desempenha uma função crítica de verificação e auditoria das informações oriundas das demais abas. Como o valor mínimo é calculado a partir das peças e subconjuntos e o valor máximo é proveniente dos fornecedores e insumos, qualquer divergência entre eles indica erro de preenchimento ou inconsistência na estrutura de dados. Esse método de validação cruzada permite identificar falhas de *input* de forma simples:






- Ao apagar e reescrever valores na aba Insumos, pode-se identificar rapidamente quais células ou peças estão incorretas na aba Peças;
- Dessa forma, o sistema funciona como um mecanismo de autodiagnóstico, reforçando a confiabilidade das informações.

Segundo Tubino (1997), um sistema produtivo eficiente deve possuir mecanismos de controle interno e retroalimentação, permitindo que os próprios dados gerados indiquem falhas e auxiliem no aprimoramento contínuo dos processos, exatamente o que ocorre no modelo da Monteuse.

Portanto, a aba Conjuntos representa a síntese de todo o sistema informacional da planilha, reunindo dados técnicos, econômicos e operacionais de maneira integrada. Ela materializa o resultado de um fluxo contínuo de informação, iniciado na aba Peças (planejamento técnico), traduzido na aba Detalhamento (coordenação operacional) e concretizado nas abas Insumos e Conjuntos (execução e controle).

Essa estrutura reflete um modelo de gestão da produção integrado e auto-regulador, no qual cada aba cumpre um papel específico dentro de um ciclo completo de planejamento, execução e verificação, em conformidade com os princípios do ciclo PDCA proposto por Campos (2004) onde a planilha é planejada, feita, conferida e apontadas melhorias para atuar, e das práticas de MRP e MRP II, que conectam recursos materiais, prazos e custos de forma sistematizada, conforme está descrito a seguir na figura 14.

Figura 14 - planilha de custos aba conjuntos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	P	Q	R
		Imagem	Descrição	Custo	Peso aprox	MO	Qntd pç	Descrição pç	Imagem pç	custo pç	peso pç	MO pç			
2							4	RDDIZO PU 10" X 3" 1300kg		R\$ 1.078,69	16,292 Kg	0,16 h			
3			PO 4,5m de altura 2,5m de comprimento e 2 toneladas de capacidade	R\$ 13.226,40	504,756 Kg	15,14 h	1	8.000.851 - VIGAW 200X22,5X3580mm		R\$ 2.229,33	82,738 Kg	4,77 h			
4							2	8.000.850 - Lateral Angulada 4,5m		R\$ 3.132,15	165,659 Kg	4,69 h			
5							2	Dispositivo Auxiliar de Lçamento 3m		R\$ 209,01	12,766 Kg	0,17 h			
8															
9			Item	Valor	Usado	Sobras									
10			TUBO QUADRADO 70X70X3mm	R\$ 2.840,35	R\$ 2.591,43	R\$ 338,92									
11			TUBO QUADRADO 40X40X2,65mm	R\$ 260,11	R\$ 167,33	R\$ 92,77									
12			VIGAW 200X19,3X3500mm	R\$ 1.391,04	R\$ 829,99	R\$ 561,05									
13			LASER	R\$ 913,82											
14			RDDIZOS	R\$ 4.136,74											
15			PERIFÉRICOS	R\$ 139,90											
16			GALVANIZAÇÃO	R\$ 372,32											
17			PINTURA	R\$ 1.157,85											
18			MÃO DE OBRA	R\$ 3.027,12											
19			Total:	R\$ 14.219,14	R\$ 13.226,40	R\$ 992,74									

Para finalizar o processo, foram criados Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) dos macroprocessos da empresa, descrevendo os pontos cruciais e os limites dos recursos.

Os POPs, desenvolvidos para recebimento de materiais, preparação para solda, soldagem, galvanização, pintura, expedição e PDP estabelecem uma base padronizada e clara para a execução das atividades, garantindo uniformidade, rastreabilidade e redução de variabilidade nos processos. Esses POPs servem como referência para controle operacional e apoio às rotinas de qualidade, além de orientar a definição e o desdobramento dos microprocessos da empresa. Logo, todo esse conjunto de instruções foi utilizado para estruturar e controlar os fluxos que serão inseridos no Trello, permitindo que cada etapa produtiva seja acompanhada visualmente, monitorada e aprimorada de forma contínua.

Assim, é possível controlar os processos relacionados aos processos internos pelos POPs em conjunto com os materiais e serviços no Trello, de maneira padronizada e explicativa.

#### ***5.4.2 Interface Trello***

Saindo da etapa de planejamento inicial do projeto e avançando para o nível tático de controle e programação das atividades, o sistema desenvolvido integra as informações provenientes das planilhas em Excel com a plataforma colaborativa Trello, criando uma ponte entre o planejamento e a execução produtiva.

Após a venda e a confecção da Ficha de Produção, inicia-se o processo de planejamento e controle dos pedidos, o Trello é utilizado como uma representação visual do Plano Mestre de Produção (PMP), permitindo o acompanhamento dinâmico e integrado das atividades. As informações obtidas nas planilhas como os dados de insumos, serviços e processos, todos rastreáveis por códigos e vinculados às peças correspondentes da aba detalhamento são transferidas e organizadas em listas e cartões, estruturando o fluxo produtivo de forma visual, lógica e interativa.

Quando o produto é um item novo, o processo tem início com a etapa de projeto, em que são definidos todos os códigos internos, a estrutura hierárquica das peças e as características técnicas e dimensionais. Essas informações são então incorporadas à planilha principal, que é atualizada e registrada para que o novo produto passando por mais um ciclo PDCA, e as informações adquiridas passam a compor o banco de dados técnico e produtivo da empresa, servindo de referência para futuras produções.

Já nos casos de produtos padronizados, o procedimento é simplificado e mantém-se a estrutura original, sendo necessário apenas ajustar as quantidades de acordo com o pedido recebido. Essa distinção entre projeto novo e produto padrão garante eficiência no planejamento e coerência na rastreabilidade dos códigos, evitando retrabalhos e assegurando que as planilhas permaneçam atualizadas e consistentes.

Esse modelo híbrido permite que o sistema combine flexibilidade e padronização, adaptando-se tanto à produção sob encomenda (Engineer-to-Order) quanto à produção repetitiva de linha padrão (Make-to-Stock), conforme as classificações de Slack, et al (2009) sobre sistemas produtivos mistos. A integração entre planejamento formal e controle visual permite maior transparência entre setores e reduz o tempo de resposta frente a desvios. Assim, o Trello passa a atuar como um instrumento de gestão tática, onde o controle é descentralizado, porém conectado ao plano mestre.

Com os dados da Planilha, todas as informações necessárias à execução do projeto são transferidas para o Trello, onde os cartões são distribuídos em listas correspondentes às etapas do processo produtivo. O primeiro estágio corresponde à liberação dos desenhos técnicos, especialmente quando o produto não pertence à linha padrão, esse ponto é identificado como um gargalo crítico, já que nenhum processo pode avançar sem a aprovação dos desenhos devidamente assinados e carimbados pelo setor de Projetos. Em casos excepcionais, itens de menor impacto podem ser adiantados, mediante autorização formal da Engenharia, garantindo a rastreabilidade da decisão.

Em seguida, realiza-se a verificação da necessidade de compra de aço, que muitas vezes é dispensável quando há estoque disponível de itens padronizados. Essa etapa é priorizada, pois a disponibilidade imediata de aço permite o adiantamento das operações iniciais, otimizando o tempo total de produção.

Na sequência, são inseridos no Trello os itens com maior tempo de fornecimento peças cortadas a laser, rodízios e demais materiais que demandam tempo maior para entrega, seguidos pelos serviços de corte e dobra de chapas, que antecedem as operações de soldagem. Também são incluídos periféricos e componentes auxiliares utilizados nos testes de montagem, garantindo que estejam disponíveis quando necessário.

Após a conclusão das etapas externas, os cartões avançam para as etapas internas da produção, que compreendem corte, furação, soldagem e acabamento. Em seguida, são encaminhados aos tratamentos superficiais como pintura eletrostática ou galvanização, até chegarem às fases de finalização, adesivagem, embalagem e expedição.

Outros insumos e serviços listados na aba Detalhamento como compensado naval, usinagem e materiais auxiliares também são integrados ao Trello, com a quantidade total, identificação individual e indicação da peça de destino, permitindo rastreabilidade total do processo.

Com os dados consolidados é aplicado outro ciclo PDCA, planejar as atividades com as restrições de tempo da aba insumos, fazer a programação, checar seu acompanhamento e atuar em casos de desvios ou melhorias.

Na lista de cada pedido o primeiro cartão, considerado cartão principal, contém as informações centrais do projeto:

- Imagem do produto;
- Ficha de Produção;
- Planilha completa do pedido com todas as abas anexadas;
- Data final de entrega.

Durante a execução, o Trello é atualizado continuamente, erros são corrigidos, modificações são registradas e tempos de processo são medidos, e registrados na planilha garantindo que o Excel permaneça como fio condutor informacional, refletindo o progresso em tempo real no ambiente visual.

Para facilitar o acompanhamento, o sistema utiliza uma padronização cromática de status:

- Verde: concluído;
- Azul-escuro: todos os cartões de um grupo estão na mesma lista;
- Laranja: atividades pendentes;
- Amarelo: aguardando itens ou aprovação;
- Vermelho: prioridade máxima;
- Lilás: observações e registros complementares;
- Rosa: erros ou inconsistências de informação.

Essa padronização visual, inspirada nos princípios de gestão visual de Shingo (1996), promove rapidez na interpretação do status e reduz o tempo de decisão, tornando o acompanhamento mais intuitivo e eficiente. Essa organização visual permite uma análise

imediate de todo o fluxo de produção logo após o fechamento da venda. O setor comercial pode consultar o Trello para informar ao cliente prazos mais realistas, com base na quantidade de processos abertos e no tempo médio de cada etapa. O setor de compras consegue identificar itens pendentes e avaliar impactos de fornecimento sobre o cronograma. Já o setor de produção, em nível operacional, pode redistribuir tarefas conforme a disponibilidade de mão de obra e recursos físicos.

Dessa forma, o Trello atua como um painel visual de controle de produção, conectando as áreas da empresa e promovendo maior sincronização tática. Essa integração entre Excel e Trello traduz, na prática, o conceito de MRP II colaborativo e descentralizado, no qual as informações do planejamento são transformadas em ações coordenadas e visíveis a todos os envolvidos, a fim de cumprir o princípio da visibilidade total do fluxo SLACK *et al.* (2009).

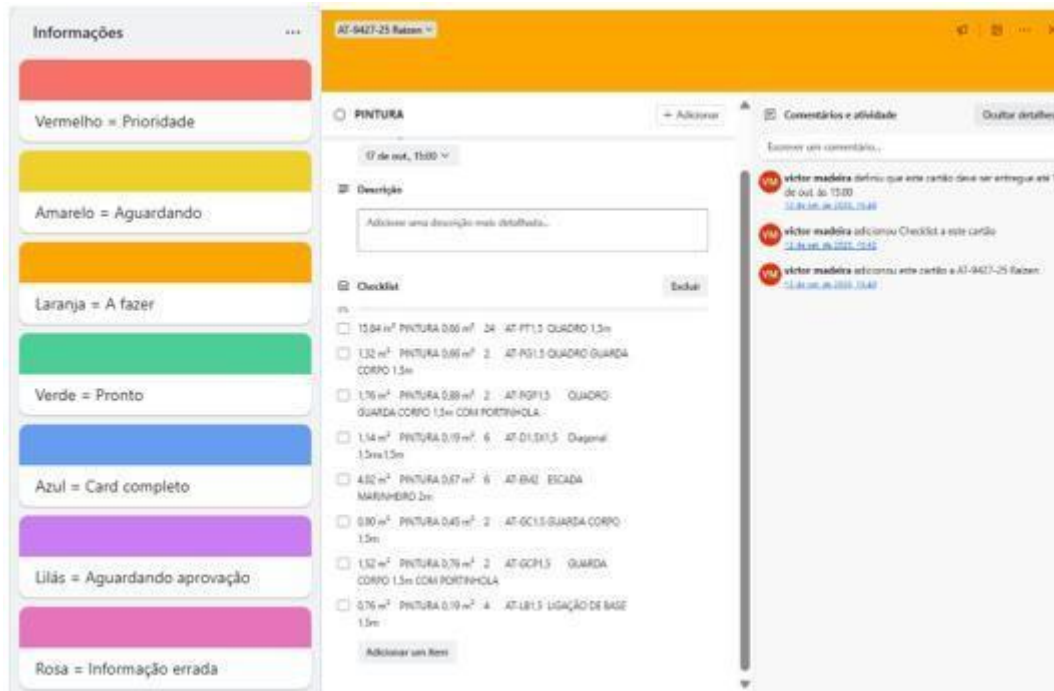
As imagens apresentadas nas figuras 15 e 16 demonstram a interface do sistema: a primeira, com listas inteiramente verdes, indicando pedidos prontos que estão apenas aguardando coleta; e a segunda, com cartões coloridos em diferentes estágios de produção, ilustrando o funcionamento da sinalização por cores e rastreabilidade visual.

Figura 15- Quadro de pedidos no Trello



Fonte: Autor, 2025.

Figura 16 – Informação de cores e cartão no trello sobre pintura de um pedido



Fonte: Autor, 2025.

Ao término do processo produtivo, cada planilha vinculada ao pedido passa por uma revisão e compilação final, incorporando eventuais correções e atualizações realizadas durante a execução, como ajustes dimensionais, atualização dos tempos de operação ou substituição de insumos. Essa revisão assegura que o registro final reflita com precisão as condições reais de produção, convertendo o documento em uma fonte confiável de dados históricos para análises futuras de custos, prazos e eficiência operacional.

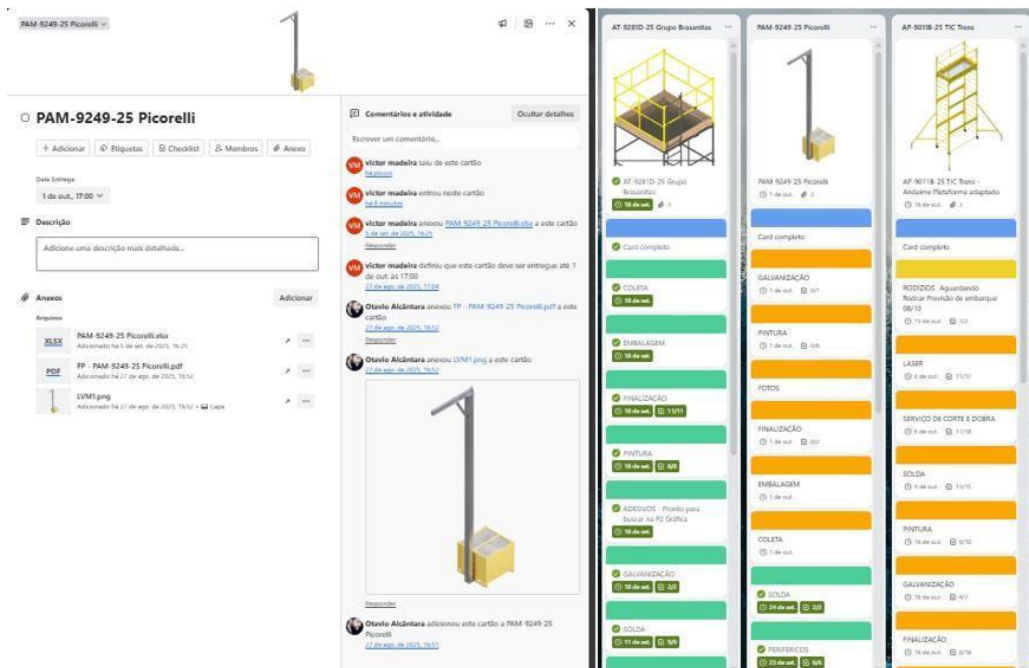
No Quadro de Pedidos do Trello, o cartão principal que contém a Ficha de Produção, a planilha completa e a imagem do produto são transferidas para a lista “Pedidos Entregues”, sinalizando oficialmente a conclusão do processo. Simultaneamente, toda a lista de cartões relacionados àquele projeto incluindo o cartão principal é arquivada em um quadro específico denominado “Pedidos Entregues”, o que garante a rastreabilidade completa e possibilita consultas posteriores.

Essa sistemática assegura que todas as etapas do processo, desde a venda até a expedição, permaneçam documentadas e acessíveis, proporcionando não apenas acompanhamento gerencial em tempo real, mas também aprendizado organizacional princípio destacado por Nonaka e Takeuchi (1997) comentado por Scatolin *et al.* (2015) ao descreverem o conhecimento como um ativo dinâmico que se expande continuamente dentro

das organizações. A prática também se alinha ao conceito de melhoria contínua do ciclo PDCA, uma vez que a revisão das planilhas ao fim do processo permite verificar desvios, corrigir falhas identificadas e incorporar aprendizados nas próximas ordens de produção.

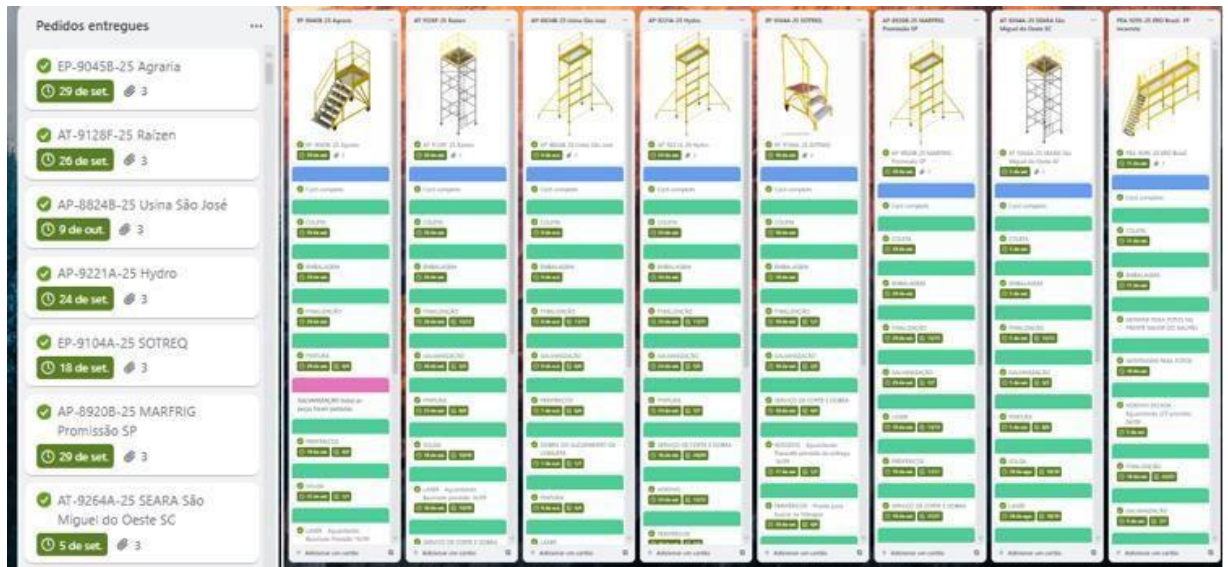
Desse modo, cada pedido finalizado passa a representar um registro evolutivo do desempenho produtivo da empresa, fortalecendo a memória operacional e a maturidade do sistema de gestão. A figura 17 ilustra o card principal de um produto denominado PAM, no qual é possível identificar os arquivos anexados, XML de planilha, PDF de ficha de produção e imagem PNG que compõem o histórico completo do pedido. Já a figura 18 apresenta o quadro de pedidos entregues, evidenciando as listas concluídas e arquivadas, que formam o repositório final de controle e a rastreabilidade da produção.

Figura 17- Card principal e lista PAM



Fonte: Autor, 2025.

Figura 18 – Lista pedidos entregues e quadro Pedidos Entregues



Fonte: Autor, 2025.

O encerramento do processo produtivo, com a revisão das planilhas e o arquivamento no Trello, representa a etapa final do fluxo de informação no sistema de gestão da proposta, consolidando um modelo integrado de planejamento, execução, verificação e ação. A cada pedido concluído, as planilhas são atualizadas com as correções identificadas durante a execução, e o conjunto de cartões é arquivado digitalmente, mantendo o histórico completo de decisões, medições e alterações.

Essa integração entre Excel e Trello configura um sistema de gestão colaborativo e rastreável, que une o controle técnico e quantitativo das planilhas ao acompanhamento visual e operacional das atividades. Com isso, a Monteuse alcança uma sinergia entre o MRP II e a ISO 9001, transformando dados em informação útil e informação em ação produtiva.

De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), o MRP II (*Manufacturing Resource Planning*) representa a evolução do MRP, integrando o planejamento de materiais, capacidade e os custos em um único sistema de informação. Na Monteuse, embora a estrutura seja manual e desenvolvida em Excel, ela reproduz de forma funcional os principais módulos do MRP II, pois proporciona:

- Planejamento técnico e de produto (*Aba Peças*);
- Planejamento operacional e de fornecimento (*Aba Detalhamento e Insumos*);
- Controle de custos e recursos (*Aba Conjuntos*);
- Execução, monitoramento e retroalimentação (Trello).

O Trello, nesse contexto, atua como uma interface de execução e acompanhamento visual, equivalente ao que, nos sistemas industriais automatizados, denomina-se MES (*Manufacturing Execution System*). Sua função é garantir a visibilidade das ordens em tempo real, promover a coordenação entre os setores e permitir ajustes rápidos diante de imprevistos. Assim, mesmo em um ambiente sem ERP corporativo, o modelo Monteeuse já se enquadra como um sistema híbrido de MRP II manual e colaborativo, sustentado por dados confiáveis e integração tática.

A metodologia aplicada é também totalmente aderente à NBR ISO 9001:2015, que busca a abordagem por processos, a gestão baseada em evidências e o comprometimento com a melhoria contínua. A atualização das planilhas e o arquivamento digital dos pedidos no Trello garantem a rastreabilidade total das operações, atendendo aos princípios de documentação de evidências e controle de informação documentada, conforme o item 7.5 da norma. Segue também princípios de controle estatístico dos resultados, já que são registrados os tempos disponíveis no Trello, computando a hora e o responsável pela marcação do item. Além de seguir um critério rigoroso de conferência, cada item só é verificado nos *Checklists* quando já foi verificado, medido e aprovado, sejam os materiais, serviços ou processos.

Além disso, o sistema segue a lógica do ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), descrito em todas as suas etapas:

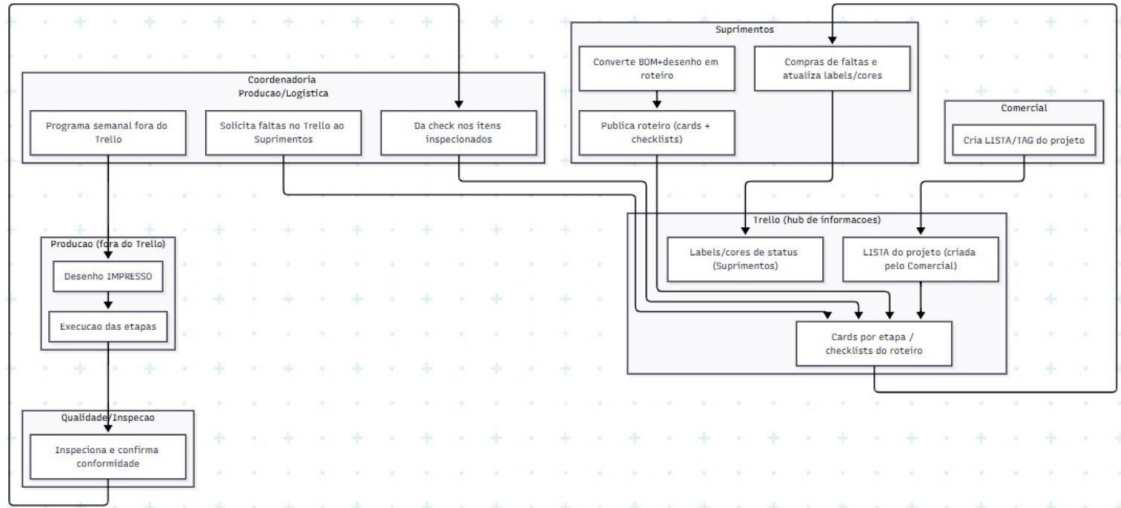
- Plan (Planejar): estruturação das abas e definição dos recursos e prazos;
- Do (Executar): execução dos processos conforme ordens emitidas;
- Check (Verificar): revisão e validação das planilhas e registros no Trello;
- Act (Agir): incorporação dos aprendizados e ajustes para novos pedidos.

Com essa metodologia, a Monteeuse mantém um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) que não apenas controla, mas também aprende e evolui. Cada planilha revisada e cada quadro arquivado no Trello representam dados empíricos transformados em conhecimento organizacional, fortalecendo o conceito de empresa aprendente (NONAKA; TAKEUCHI 1997).

Ao fim de cada processo são realizadas as medições necessárias para assegurar a qualidade dos produtos e processos, como pode ser observado na figura 19. Todos os processos se conectam por esse sistema passando por avaliação criteriosa de dimensão aparência e documentação, garantido que as operações alcancem os resultados esperado pelos

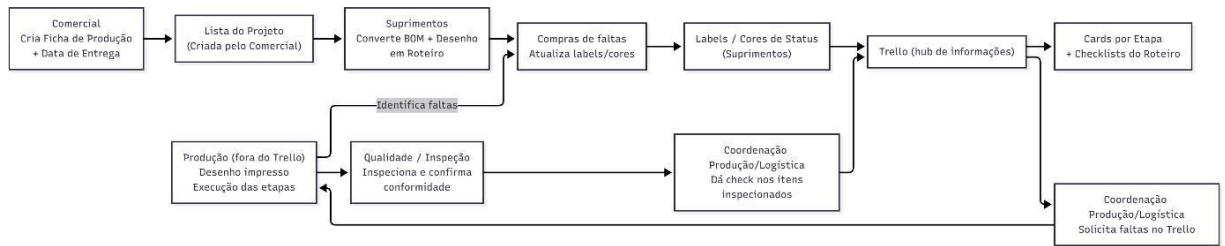


Figura 20 – Diagrama de ações no Trello



Fonte: Autor, 2025.

Figura 21 – Diagrama de informações no Trello



Fonte: Autor, 2025.

### 5.4.3. Controle estatísticos dos dados

Conforme dito anteriormente, aliado às informações obtidas, foi possível realizar um controle estatístico dos dados. O primeiro reflete a validade do sistema como um todo. Para tanto, cabe analisar a qualidade de acordo com o esperado, a previsão de entrega oferecida aos clientes, seguida pela produção. Diante do exposto, foram levantados os pedidos do período na tabela 1:

Tabela 1 – Prazo e finalização de pedidos

<b>Pedido</b>	<b>previsto</b>	<b>finalização</b>	<b>Prazo</b>
<b>AP-8777-24 Energytech</b>	19/dez	17/dez	ok
<b>PA-8069B-24 Hydro</b>	23/jan	29/jan	
<b>AP-8793-24 Energytech</b>	19/jan	18/jan	ok
<b>AP-8788-24 JBS Tucumã PA</b>	27/jan	22/jan	ok
<b>EP-8786A-24 FRISOMAT</b>	31/jan	31/jan	ok
<b>AP-8725B-24 Lilian Schindler</b>	31/jan	04/fev	
<b>EP-8804-24 Eletrofitter</b>	19/fev	19/fev	
<b>AP-8812-25 Energytech</b>	31/jan	28/jan	ok
<b>AP-8813-25 Energytech</b>	31/jan	28/jan	ok
<b>AP-8744C-24 Ass. Belas Artes</b>	27/fev	20/fev	ok
<b>AP-8811-25 Usiminas</b>	24/fev	19/fev	ok
<b>AP-8819A-25 Transpetro</b>	03/mar	26/fev	ok
<b>AP-8690C-24 COFCO</b>	28/fev	19/fev	ok
<b>CA-8826-25 Hydro</b>	11/mar	27/fev	ok
<b>AP-8875A-25KEMIRA</b>	07/mar	20/fev	ok
<b>AP-8816A-25 RHI Magnesita</b>	18/mar	05/mar	ok
<b>AL-8539B-24 RC Andaimos</b>	28/mar	18/mar	ok
<b>AP-8850-25 SODEXO</b>	07/mar	06/mar	ok
<b>AP-8885-25 ENEL</b>	14/abr	24/mar	ok
<b>AP-8117D-24 COPEL</b>	24/abr	24/mar	ok
<b>EP-8905-25 Eletrofitter</b>	16/abr	24/mar	ok
<b>EP-8802E-24 Sotreq</b>	18/abr	02/abr	ok

<b>AT-8738D-24 SINOBRAS</b>	25/abr	02/abr	ok
<b>AP-7896B-23 Svetlana</b>	23/abr	28/mar	ok
<b>AT-8886B-25 ELERA</b>	06/mai	10/abr	ok
<b>AT-8913-25 SEARA Jaguapitã</b>	30/abr	10/abr	ok
<b>AP-8936-25 EnergyTech</b>	23/abr	07/abr	ok
<b>AP-8927A-25 Maga Metais</b>		11/abr	ok
<b>Peças avariadas COPEL</b>		14/abr	ok
<b>AT-8244C-24CSN Brasil Central</b>	02/jun	15/mai	ok
<b>EP-8765A-24 GERDAU</b>	11/jun	06/jun	ok
<b>EP-8472F-24 GERDAU</b>	11/jun	02/jun	ok
<b>PE-9027A-25 KESCO Engenharia</b>	02/jun	14/mai	ok
<b>AP-8955C-25ADM Asunción</b>	03/jun	29/mai	ok
<b>Paraguay</b>			
<b>EP-8980-25 GERDAU</b>	05/jun	27/mai	ok
<b>AP-9024A-25 Beto Carrero</b>	03/jun	14/mai	ok
<b>PoLV-6522D-21 Syngenta</b>	19/jun	10/jun	ok
<b>EP-9047A-25 Grupo MOURA</b>	20/jun	29/mai	ok
<b>AP-8732B-24 KaMin CADAM</b>	16/jun	27/mai	ok
<b>AP-9055-25 Usaçucar</b>	04/jun	21/mai	ok
<b>AT-8985A-25 MEGA Distribuições</b>	18/jun	30/mai	ok
<b>AP-8986A-25 SEARA Montenegro</b>	30/mai	28/mai	ok
<b>RS</b>			
<b>AP-9073A-25 Syngenta</b>	23/jun	11/jun	ok
<b>PA-9025A-25 VALE</b>	09/jul	12/jun	ok
<b>AP-9060B-25 Elecnor</b>	14/jul	23/jun	ok
<b>AP-9154A-25 Grupo Horizontes -</b>	02/jul	26/jun	ok
<b>PLV-9123-25 Usaçucar</b>	07/jul	25/jun	ok
<b>AP-9145A-25 ANDRITZ</b>	21/jul	26/jun	ok
<b>AP-8592E-24 Mosaic Fertilizantes</b>	23/jul	03/jul	ok
<b>PEA-8983B-25 ERO Brasi</b>	05/set	05/set	ok
<b>PoLV-8982A-25 ERO Brasil</b>	05/set	05/set	ok
<b>CA-9283A-25 Hydro</b>	12/set	04/set	ok

Fonte: Autor, 2025

Com um total de 52 pedidos, dos quais ocorreram três atrasos, todos no começo da aplicação do sistema, é possível perceber que estes atrasos, causados pela não visualização de recursos gargalos, foram corrigidos no sistema e, com o aprendizado conjunto e melhoria contínua, houve a produção de um grau de excelência quanto aos cumprimentos dos prazos. Paralelamente, não foi recebida nenhuma reclamação de clientes quanto ao prazo nem quanto à qualidade do material.

Da mesma forma, o total de RNCs relatadas foi de três, sendo duas para o mesmo produto comprado de lugares diferentes, uma viga W150x13 que foi rejeitada devido à oxidação da superfície. A outra refere-se a um fornecedor de galvanização a fogo que apresentou discordância das peças entregues com as coletadas, os fornecedores de aço recolheram as vigas e cancelaram as notas enquanto ao de galvanização, foi necessário enviar um colaborador para identificar a peça nas dependências do fornecedor.

Portanto, para garantir a qualidade do processo como um todo, foi criada uma classificação de fornecedores onde erros são rapidamente corrigidos, como nos fornecedores de aço que perdem 1 ponto de um total de 5, caindo para 4/5, o que pode ser recuperado com 5 fornecimentos totalmente conformes. Já o fornecedor de galvanização, devido ao risco e à demora na solução, perdeu 2 pontos, caindo para um total de 1/5 (situação crítica). E uma vez que existe reincidência nesse tipo de descontrole das operações, a situação ainda é agravada pela pouca disponibilidade de galvanização a fogo na região, criando uma dependência desse fornecedor para serviços especializados, o que deve ser revisto, e trabalhado no desenvolvimento de novos fornecedores ou na melhoria dos processos internos.

#### 5.4.3.1. Controle estatístico dos dados aplicado à linha de pórticos

Paralelo a esse trabalho, foi realizado um estudo sobre a linha dos pórticos da empresa, tendo em vista que apresentava baixo rendimento de vendas e grande concorrência no mercado. Assim, foram levantados dados estatísticos para a avaliação dessa linha. Primeiro, foram reunidos os dados relativos à venda, orçamentos, pedidos de customização e vendas realizadas. Depois, foram reunidos dados e simulados cenários com diversos tipos de materiais, diferentes configurações, de forma que tenhamos dados para serem comparados. A Tabela 2 mostra os pórticos vendidos separados por categoria e indica as dimensões e capacidades.

Tabela 2 – Pórticos vendidos

Tipo	Alt.útil	Comp	Cap	Empresa	Data
PoLV	5	4	2P	Yara	12/09/2022
PoLV	6	4	2P	Usina São José	01/12/2022
PoLV	7	4,6	2P	ASTECC	30/01/2023
PoLV	5	4	2P	SupremoCim.	28/03/2023
PoLV	5	4	2P	Subsea7	09/04/2024
PoLV	7	4	2P	Della Volpe	01/07/2024
PoLV	5	4	2P	Mosaic	05/11/2024
PoLV	5	4	2P	Brado logistica	18/11/2024
PoLV	5	4	2P	Ero Brasil	25/07/2025
PA	3,19	2,3	1,2	CRA	15/07/2022
PA	3,19	2,3	1,2	Cabos São José	07/10/2022
PA	3,19	2,3	1,5	COMCABO	24/03/2023
PA	3,19	2,3	1,5	Alfa	17/05/2023
PLA	4	3	3	Klabin	26/05/2023
PA	3,19	2,3	1,5	MARFRIG	12/07/2023
PA Trilho	3,19	2,3	2	Eletobras	21/07/2023
PA	3,19	2,3	1,5	HYDRO	05/02/2024
PLA	3,19	2,3	2	SR	26/04/2024
PA	3,19	2,3	1,5	Iguá	19/08/2024
PO	4,5	2,5	2	Cemig	17/09/2024
PA	3,04	2,3	2,5	Walmini	22/11/2024
PA	3,04	2,3	2,5	VALE	17/12/2024
PA	3,04	2,3	2,5	VALE	11/06/2025
PLA	3,19	2,5	2	VALE	26/06/2025

Fonte: Autor, 2025.

Conforme demonstrado na Tabela 2, apesar das diversas cotações realizadas e da abrangência de combinações dimensionais, no período analisado foi efetivada apenas uma venda dessa categoria. Esse produto comercializado será, portanto, utilizado como base para o

estudo técnico, permitindo identificar gargalos, custos predominantes e oportunidades de melhoria na linha de produção e comercialização dos pórticos. Foram levantados os números de POs e cotados desde 2024, a seguir, na tabela 3.

Tabela 3 - Orçamentos de PO a partir de janeiro de 2024






<b>Alt</b>	<b>Comp</b>	<b>Cap</b>	<b>Empresa</b>	<b>Data</b>
<b>útil</b>				
<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(T)</b>		
<b>6,5</b>	4	10,5	Barralcool	09/05/2025
<b>5,4</b>	5,8	3	CBO	28/04/2025
<b>4,5</b>	4,5	2,5	CSN	16/01/2025
<b>8</b>	6	3	MATMaq	29/11/2024
<b>4</b>	3	2	Altamar	31/10/2024
<b>5</b>	4	1,5	Aura	01/10/2024
<b>4</b>	3	1	VTECH	06/09/2024
<b>43</b>	5	1,5	July Quartzo	06/09/2024
<b>5,5</b>	5	1,5	Lokaminas	26/08/2024
<b>2,5</b>	2,5	0,5	Grundfos	20/06/2024
<b>3,3</b>	3	2	Ecogen	26/03/2024
<b>6,5</b>	3,5	0,5	ECTAS	20/03/2024
<b>4</b>	3,5	1		
<b>3,5</b>	3,8	1	Mcassab	14/03/2024
<b>3</b>	2	1,2	ABTEC	13/03/2024
<b>3,5</b>	2,8	1	Mcassab	26/02/2024
<b>3</b>	2	1,2	KEMIRA	09/02/2024
<b>3</b>	3	3	HiraulicaFlex	08/02/2024
<b>3</b>	4	3	Nestlé	17/01/2024

Fonte: Autor, 2025.

Os pórticos de içamento (PO) são estruturas tradicionais utilizadas para elevação de cargas desde a antiguidade, porém, apesar de sua relevância histórica, apresentam o pior desempenho comercial dentro da linha de produtos da empresa. Essa baixa demanda decorre principalmente da concorrência com fabricantes de menor custo, da substituição por pontes rolantes fixas em ambientes industriais e da competição interna com os Pórticos Ajustáveis (PA), que oferecem maior versatilidade por um acréscimo reduzido de preço.

Além disso, o alto padrão de qualidade adotado na fabricação aumenta significativamente o custo final, reduzindo a competitividade. Ainda que o produto seja oferecido em diversas configurações, alturas entre 2 a 8 m, larguras entre 2 a 6 m e capacidade de até 4 toneladas, os registros comerciais mostram que apenas um PO foi efetivamente vendido no período analisado. Esse único projeto servirá como base para um estudo técnico-econômico mais aprofundado, visando identificar gargalos produtivos, custos críticos e oportunidades de otimização na linha de pórticos de içamento. A figura 22 mostra a composição de custo de um pórtico, sem levar em conta as sobras.

Figura 22 - Planilha PO 4,5m alt. 2,5m comprimento 2T

Imagem	Descrição	Custo	Peso aprox	MO	Qntd pç	Descrção pç	Imagem pç
	PO 4,5m de altura 2,5m de comprimento e 2 toneladas de capacidade	R\$ 12.365,43	470,746 Kg	13,69 h	4	RODÍZIO PU 10" X 3" 1300kg	
					1	VIGA W 150x13X3580mm	
					2	8.000.850 - Lateral Angulada 4,5m	
					2	Dispositivo Auxiliar de içamento 3m	

Fonte: Autor, 2025.

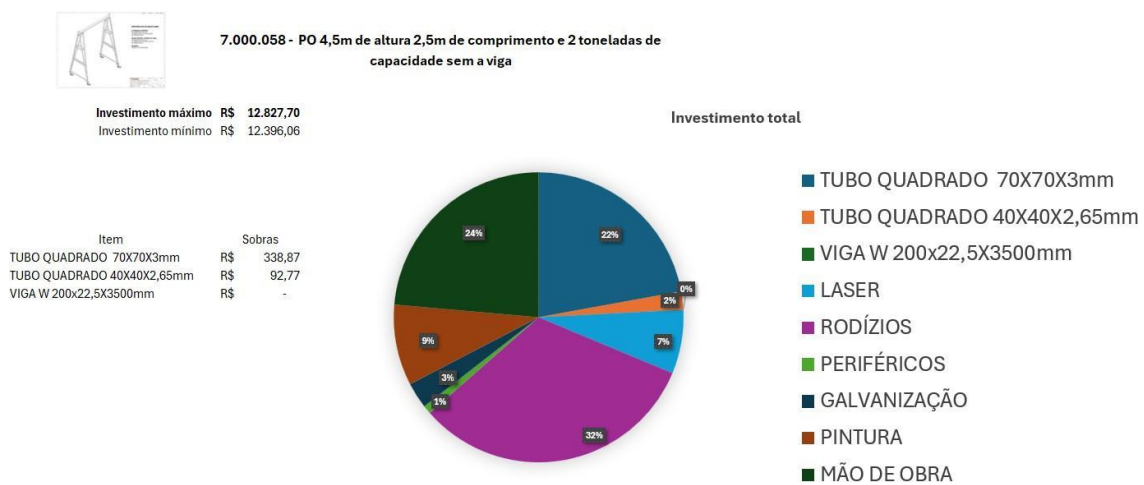
Nessa mesma venda, foi utilizada uma viga e rodízio superdimensionados com capacidade para além de 2 toneladas. Em relação aos rodízios, mesmo com os limites impostos pelo setor de engenharia, rodízios menores e mais baratos poderiam ter sido utilizados, sendo instaurado o padrão da empresa, já a viga por disponibilidade do material no galpão, não sendo necessário investir na aquisição. Os dados foram reunidos e identificados nos gráficos 1, 2, 3 e 4, simulando possíveis combinações de custos e materiais.

Gráfico 1 - Custo 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T



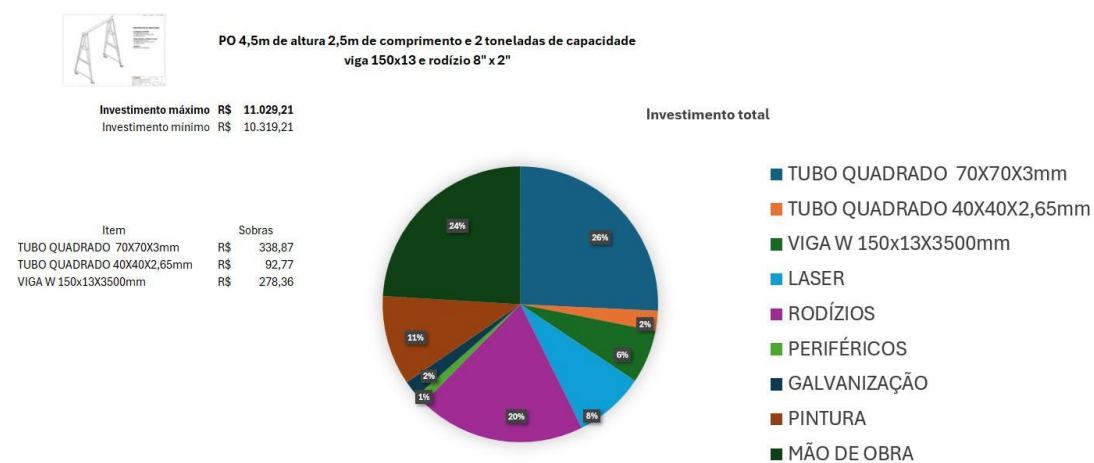
Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 2 - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T sem a viga



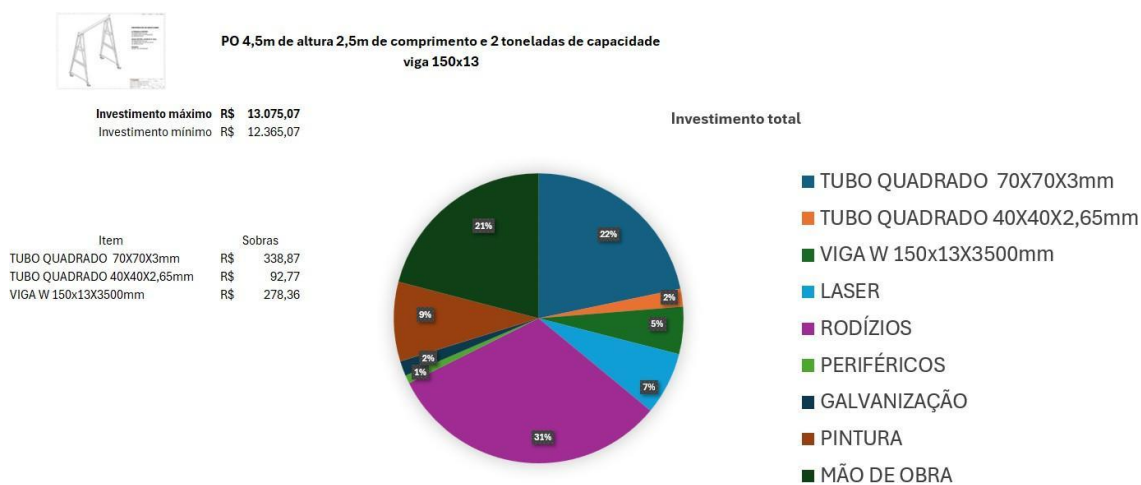
Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 3 - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13 e rodízios de 8"x3"  
900Kg de capacidade de carga



Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 4 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13



Fonte: Autor, 2025.

Com as alterações propostas, o modelo de pórtico apresentou uma redução significativa no custo total de produção, passando de R\$ 14.022,58 para R\$ 11.029,21. Essa diferença representa uma diminuição de 21,3% no valor total de custo, ou ainda uma redução de aproximadamente 10% em relação ao investimento mínimo registrado na produção do único pórtico vendido, no qual a viga não havia sido adquirida por estar disponível em estoque.

Com a análise de dados e simulações de componentes e serviços, é possível identificar soluções que servem de base para diversas decisões que serão tomadas durante o planejamento e produção dos produtos, por isso, manter simulações atualizadas pode apontar desperdícios, indicar melhorias e facilitar nas negociações com os clientes. Além disso, a ideia de valor agregado pode ser incluída nas propostas com capacidades maiores, frente à grande concorrência. A tabela 4, a seguir, mostra possíveis simulações realizadas e condiciona o valor ao peso do material.

Tabela 4 – Comparação Pórticos





<b>Descrição</b>	<b>Custo o (R\$)</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>R\$/Kg</b>
<b>Custo - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13</b>	1326 1,28	470,75	28,17
<b>Custo - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13 e rodízios de 8"x3" 900Kg de cap.</b>	1102 9,21	427,95	25,77
<b>Custo - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T(VIGA22,5)</b>	1427 7,54	504,76	28,29
<b>Custo - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T sem a viga</b>	1239 6,06	422,02	29,37
<b>Custo - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13</b>	1326 1,28	470,75	28,17
<b>Custo - 7.000.058 - PO 4,5x2,5m 2 T com a viga 150x13 e rodízios de 8"x3" 900Kg de cap</b>	1102 9,21	427,95	25,77
<b>Custo - PO 4,5x2,5m 2 T com tubo parede 4,76mm</b>	1623 6,81	667,40	24,33
<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 70x70x4,76; viga 150x18 e rodízio 10x4" 1600Kg</b>	1831 1,48	703,40	26,03
<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 90x90x3,75; viga 200x19,3 e rodízio 12x4" 1800Kg</b>	1981 8,80	717,40	27,63
<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 100x100x3,75; viga 200x22,5 e rodízio duplo 6x3" 2000Kg</b>	1924 0,47	777,83	24,74
<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 60x60x3 viga 150x13 e rodízio 6x2" 700Kg</b>	1109 1,04	413,97	26,79
<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 50x50x3 Viga 150x13 e rodízio 6x2" 600Kg</b>	9782, 28	369,17	26,50

<b>Custo - PO 4,5x2,5m simulado tubo 40x40x2,65</b>	8203,	303,32	27,05
<b>Viga 150x13 e rodízio 6x2" 450Kg</b>	77		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo</b>	1949	622,42	31,33
<b>100x100x3,75 Viga 200x22,5 e rodízio duplo</b>	9,54		
<b>6x3" 2000Kg</b>			
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 90x90x3,75</b>	1921	606,95	31,66
<b>Viga 200x19,3 e rodízio 12x4" 1800Kg</b>	5,40		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 70x70x4,76</b>	1703	542,27	31,41
<b>Viga 150x18 e rodízio 10x4" 1600Kg</b>	2,63		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 70x70x3</b>	1467	446,42	32,88
<b>viga 150x13 e rodízio 10x3" 1300Kg</b>	7,87		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 60x60x3</b>	9709,	301,20	32,24
<b>viga 150x13 e rodízio 8x2" 900Kg</b>	70		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 50x50x3</b>	9107,	280,63	32,45
<b>viga 150x13 e rodízio 6x2</b>	78		
<b>Custo - PO 4,5x2,5m adaptado tubo 40x40x2,65</b>	6836,	219,14	31,20
<b>viga 150x13 e rodízio 6x2" 450Kg</b>	44		
<b>Custo - PO 2x2m</b>	1107	320,00	34,62
	7,69		
<b>Custo - PO 5x4m</b>	1523	517,60	29,44
	9,82		
<b>Custo - PO 7x6m com viga 150x18</b>	3146	1018	30,90
	8,20	,48	

Fonte: Autor, 2025.

Conforme comentado anteriormente, a concorrência pode ser utilizada para avaliar alternativas mais válidas, portanto foi analisado um produto da concorrência e descrito sua forma industrial. A partir do levantamento de custos, foi possível obter os resultados que estão na figura 23 e 24 e seus respectivos valores para o produto de 1T e 2T de capacidade, mudando apenas o rodízio que está descrito nos gráficos 5 e 6.

Figura 23 - Pórtico Ajustável CSM - 1º parte

Qntd	Imagem	Descrição	valor	Codigo	Descrição	Qntd utilizada	Valor Un.	Valor Total
4		RODÍZIO 600kg	R\$ 377,07	COMERCIAL	RODCAR GMPROP 62 UFN - Cap 600Kg	1	R\$ 352,92	R\$ 352,92
				COMERCIAL	PARAFUSO M12x35 - enegrecido	4	R\$ 1,46	R\$ 5,82
				COMERCIAL	PORCA M12 - enegrecida	4	R\$ 0,65	R\$ 2,60
				COMERCIAL	ARRUELA LISA M12 DIN 988	8	R\$ 0,27	R\$ 2,15
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	0,07 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	MÃO DE OBRA	0,07 h	R\$ 200,00	R\$ 13,58
1		VIGA	R\$1.187,76	MP	VIGA W 160x13x3000- 16 furações M13	1	R\$ 9,18	R\$ 358,18
				COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12x30 - enegrecido	16	R\$ 1,46	R\$ 23,30
				COMERCIAL	PORCA M12 - enegrecida	16	R\$ 0,65	R\$ 10,39
				COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	32	R\$ 0,27	R\$ 8,60
				SERVIÇO	PINTURA	2,03 m²	R\$ 75,00	R\$ 156,60
				INTERNO	CORTE	0,10 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FURAÇÃO	0,83 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	SOLDA	0,14 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	ACABAMENTO	0,02 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	2,06 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	MÃO DE OBRA	3,15 h	R\$ 200,00	R\$ 630,69
4		CHAPA DE ENCAIXE DA VIGA	R\$ 96,10	MP	CHAPA 4,76x200x300mm - Régua de posição - Corte a laser e dobra	1	R\$ 28,81	R\$ 65,01
				COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12x30 - enegrecido	4	R\$ 1,46	R\$ 5,82
				COMERCIAL	PORCA M12 - enegrecido	4	R\$ 0,65	R\$ 2,60
				COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	8	R\$ 0,27	R\$ 2,15
				SERVIÇO	PINTURA	0,12 m²	R\$ 75,00	R\$ 9,00
				INTERNO	CORTE	0,00 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FURAÇÃO	0,00 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	SOLDA	0,00 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	ACABAMENTO	0,02 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	0,03 h	R\$ -	R\$ -
INTERNO	MÃO DE OBRA	0,06 h	R\$ 200,00	R\$ 11,52				
2		Lateral	R\$2.014,42	MP	TUBO QUADRADO 90x90x3,75x2000mm - 2 Furações oblongas 300Ml	1	R\$ 8,58	R\$ 194,39
				MP	CHAPA 4,76x100x50mm - Triangular suporte dos apoios	4	R\$ 28,81	R\$ 216,7
				MP	TUBO RETANGULAR 100x60x4,76x2000mm - 4 furos 13	1	R\$ 8,58	R\$ 108,25
				MP	TUBO REDONDO 38,1x3,175x3000mm - pontas achatadas e 2 furos 13	2	R\$ 8,64	R\$ 162,85
				MP	CHAPA 4,76x90x150 - encaixe inferior trave	1	R\$ 28,81	R\$ 14,63
				MP	CHAPA 4,76x60x100 - Tampa tubo 60x100	2	R\$ 28,81	R\$ 13,00
				MP	CHAPA 4,76x130x140 - Sapata rodízio	2	R\$ 28,81	R\$ 39,44
				MP	CHAPA 4,76x120x50mm - apoio do sistema de ajuste	2	R\$ 28,81	R\$ 13,00
				COMERCIAL	MANIFLA M12 - haste com pegador	2	R\$ 4,48	R\$ 8,96
				COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12x150 - enegrecido	2	R\$ 3,36	R\$ 6,72
				COMERCIAL	PARAFUSO SEXT M12x30 - enegrecido	4	R\$ 1,46	R\$ 5,82
				COMERCIAL	PORCA M12 - enegrecido	6	R\$ 0,65	R\$ 3,90
				COMERCIAL	PORCA M12	2	R\$ 0,50	R\$ 1,01
				COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	12	R\$ 0,27	R\$ 3,23
				SERVIÇO	PINTURA	2,23 m²	R\$ 75,00	R\$ 166,97
				INTERNO	CORTE	0,33 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FURAÇÃO	3,02 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	SOLDA	0,64 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	ACABAMENTO	0,83 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	1,43 h	R\$ -	R\$ -
INTERNO	MÃO DE OBRA	6,25 h	R\$ 200,00	R\$ 1250,60				

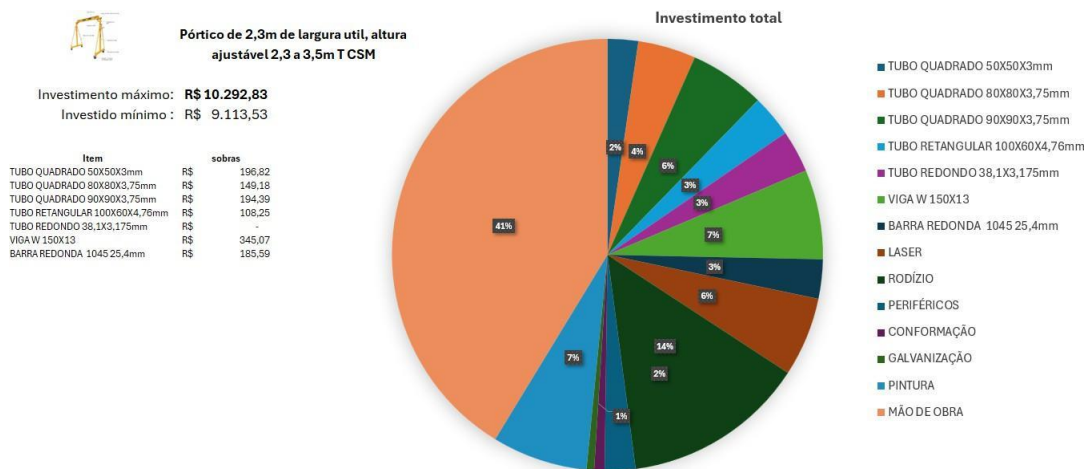
Fonte: Autor, 2025.

Figura 24- Pórtico ajustável CSM 2º parte

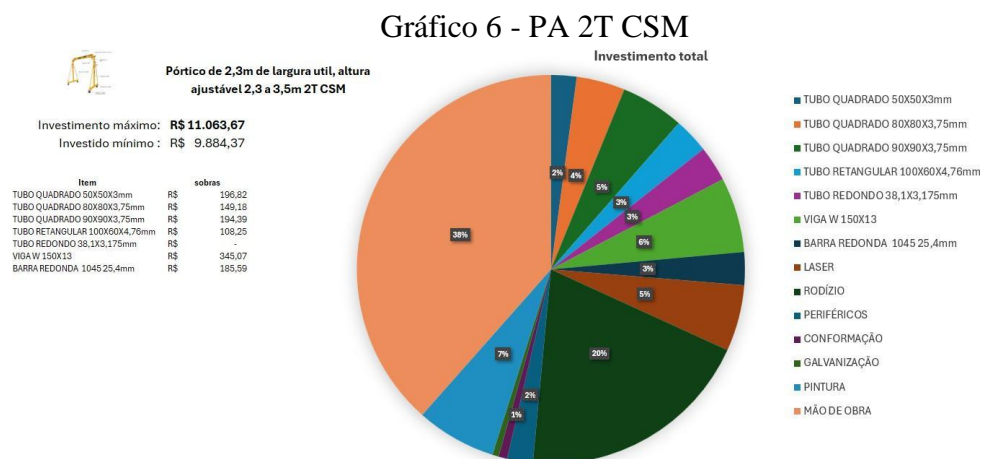
Qntd	Imagem	Descrição	valor	Codigo	Descrição	Qntd utilizada	Valor Un.	Valor Total
2	COLUNA		R\$ 636,81	MP	TUBO QUADRADO 80x80x3,75X2000mm - 14 furações 21	1	R\$ 8,31	R\$ 149,18
				MP	TUBO QUADRADO 50x50X3X500mm	1	R\$ 8,89	R\$ 19,68
				MP	CHAPA 4,76x450x150mm - Flange de ligação - Corte a laser	1	R\$ 28,81	R\$ 73,13
				SERVIÇO	PINTURA	0,88 m <sup>2</sup>	R\$ 75,00	R\$ 65,63
				INTERNO	CORTE	0,07 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FURACÃO	1,17 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	SOLDA	0,29 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	ACABAMENTO	0,07 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	0,05 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	MÃO DE OBRA	1,65 h	R\$ 200,00	R\$ 329,19
2	SISTEMA DE AJUSTE DA ALTURA		R\$ 232,43	MP	BARRA REDONDA 1045 25,4X900mm - Conformada	1	R\$ 12,68	R\$ 42,19
				COMERCIAL	BARRA ROSCADA 12,7x150mm - Comercial	2	R\$ 4,48	R\$ 8,96
				COMERCIAL	BARRA REDONDA 1045 25,4x200mm - Gancho - Achatamento da ponta e conforma	1	R\$ 20,00	R\$ 1,26
				COMERCIAL	PORCA M12 TRAVA NYLON	4	R\$ 0,65	R\$ 2,60
				COMERCIAL	ARRUELA LISA M12	10	R\$ 0,27	R\$ 2,69
				SERVIÇO	GALVANIZAÇÃO	5,439 Kg	R\$ 4,50	R\$ 24,48
				SERVIÇO	CONFORMAÇÃO	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
				INTERNO	CORTE	0,06 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	SOLDA	0,00 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	ACABAMENTO	0,14 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	0,08 h	R\$ -	R\$ -
				INTERNO	MÃO DE OBRA	0,55 h	R\$ 200,00	R\$ 110,26
				2	PINO DE FIXAÇÃO		R\$ 106,61	MP
COMERCIAL	GRAMPO REDONDO 50,8mm FIO 3mm	2	R\$ 4,48					R\$ 8,96
COMERCIAL	CORRENTE SOLDADA 7X3 SOLDADA 200mm	1	R\$ 11,20					R\$ 11,20
SERVIÇO	GALVANIZAÇÃO	1,050 Kg	R\$ 4,50					R\$ 4,73
INTERNO	CORTE	0,12 h	R\$ -					R\$ -
INTERNO	ACABAMENTO	0,19 h	R\$ -					R\$ -
INTERNO	FINALIZAÇÃO E EMBALAGEM	0,00 h	R\$ -					R\$ -
INTERNO	MÃO DE OBRA	0,34 h	R\$ 200,00					R\$ 68,62

Fonte: Autor, 2025.

Gráfico 5 -PA 1T CSM



Fonte: Autor, 2025.



Fonte: Autor, 2025.

A análise comparativa entre o pórtico concorrente e o modelo interno revela oportunidades diretas de melhoria contínua da qualidade e de aplicação do controle estatístico dos dados. A capacidade do concorrente de redistribuir custos indiretos conforme o volume de vendas, somada às economias de escala obtidas pela compra de grandes lotes de matéria-prima, demonstra a importância de monitorar sistematicamente variações de custo por quilograma, perdas de material e eficiência de corte, elementos que podem ser quantificados e controlados por meio de histogramas, análise de variabilidade e cartas de controle.

Do ponto de vista construtivo, características como o alto aproveitamento da viga W150×13, o uso de chapas dobradas para reforço, o tubo a 45° para dissipação de esforços, e o corte CNC com alta repetibilidade representam práticas que reduzem variabilidade do processo e reforçam a necessidade de indicadores de estabilidade dimensional. Embora o sistema telescópico por alavanca do concorrente seja menos ergonômico, sua simplicidade fornece dados úteis para *benchmarking* e análise de valor, permitindo quantificar esforço operacional, tempo de ajuste e número de ciclos necessários variáveis, fundamentais à ergonomia e produtividade.

A simulação fornece base estatística para comparar cenários, testar hipóteses e medir o impacto de melhorias, alinhando-se aos princípios do PDCA, da engenharia de valor e da gestão orientada por dados. Dessa forma, o estudo evidencia que tanto os aspectos econômicos quanto os construtivos do concorrente podem ser transformados em métricas, indicadores e ações contínuas para aprimorar qualidade, reduzir variabilidade e fortalecer a competitividade dos pórticos fabricados pela Monteeuse.

## 6 CONCLUSÃO

A consolidação dos dados produtivos e comerciais possíveis com a descrição dos processos e mensuração dos recursos, entre dezembro de 2024 e setembro de 2025 marca o início de um novo estágio na estruturação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) voltado à padronização dos processos, rastreabilidade das operações e melhoria contínua dos produtos. O sistema, em fase de implantação gradual, é sustentado por uma integração entre as planilhas de controle, o Trello e o Registro Total de Pedidos, formando um modelo de gestão sistêmico em que o conhecimento empírico é transformado em dado, e o dado em aprendizado.

A estrutura deste modelo baseia-se nos princípios da ISO 9001:2015, articulando o ciclo PDCA como eixo central para o controle e aperfeiçoamento das atividades produtivas. As informações registradas e interligadas tornam-se instrumentos de gestão e evidência de rastreabilidade, enquanto criam indicadores de desempenho, passam a refletir a realidade da operação, permitindo intervenções planejadas e correções fundamentadas em evidências. Trata-se de uma transição de um modelo de gestão intuitivo para um modelo racional, cíclico e evolutivo, onde o planejamento e o controle se retroalimentam continuamente.

Do ponto de vista filosófico, essa evolução tecnológica e metodológica ecoa princípios formulados há milênios. Pitágoras defendia que tudo é matemática e pode ser medido, e que a harmonia universal nasce da proporção entre as partes, o mesmo raciocínio aplicado hoje na engenharia e na gestão, quando se busca o equilíbrio entre custo, tempo, qualidade e resultado. Confúcio, por sua vez, acreditava que o progresso humano depende da ética, da disciplina e do senso de dever coletivo, fundamentos que hoje se traduzem em cultura de qualidade e em consciência organizacional. Essas ideias ancestrais, quando reinterpretadas à luz da administração moderna, formam a base intelectual sobre a qual se sustentam os grandes pensadores da gestão.

Taylor e Fayol transformaram a observação e o método em ferramentas de produtividade e organização. Peter Drucker trouxe propósito e foco em resultados, colocando o ser humano no centro das decisões. Mais tarde, Deming, Juran e Shingo mostraram que a verdadeira qualidade não é um ato isolado, mas um processo vivo, um sistema que depende da retroalimentação contínua e da melhoria permanente. Essas visões culminaram na criação de sistemas como o TQM (*Total Quality Management*) e a própria ISO 9001, que traduzem, em linguagem empresarial, a busca milenar pela harmonia e pela excelência.

De forma análoga à natureza, as organizações também são organismos vivos. Assim como os sistemas biológicos mantêm seu equilíbrio interno, uma empresa precisa reagir naturalmente às variações externas de mercado, de demanda ou de suprimentos, sem perder sua estabilidade. O DNA organizacional cumpre esse papel, pois contém os códigos que determinam como cada processo deve responder a estímulos, a fim de garantir que as reações sejam automáticas, eficientes e coerentes com o propósito da instituição. Em termos empresariais, isso se traduz em procedimentos padronizados, indicadores bem definidos, e uma cultura voltada para a melhoria contínua.

A compilação das planilhas e o desenvolvimento do Registro Total representam, nesse contexto, o genoma produtivo da organização: um mapeamento detalhado de suas funções vitais, seus fluxos de informação e suas reações internas. Cada célula desse organismo é um dado, um registro de tempo, custo, fornecedor ou serviço. Quando esses dados se interligam, criam sinapses corporativas, semelhantes às conexões neurais do cérebro humano, permitindo que o sistema aprenda, se adapte e evolua. Trata-se, portanto, da formação de uma inteligência organizacional, em que o conhecimento deixa de ser fragmentado e passa a fluir organicamente entre setores e decisões.

O estudo comparativo com concorrentes, o *benchmarking*, mostrou que a adaptação e a evolução seguem o mesmo princípio da seleção natural, pois sobrevive e prospera quem melhor entende o ambiente e responde a ele com flexibilidade. Ao analisar materiais, tempos de processo e custos, foi possível aplicar os princípios da Engenharia de Valor, eliminando excessos e priorizando o que realmente agrega resultado. Essa prática, aliada ao ciclo PDCA, cria um modelo de aprendizado contínuo, em que cada produto, projeto ou falha gera uma nova oportunidade de crescimento.

Mas a qualidade, em sua forma mais elevada, transcende métricas e normas. Ela se manifesta como um estado de consciência coletiva, quando cada colaborador compreende seu papel no todo e atua em sinergia com o propósito comum. Nesse ponto, a empresa deixa de ser apenas uma estrutura física e se torna um sistema vivo de conhecimento, no qual cada decisão é uma reação, cada melhoria é uma adaptação e cada dado é um impulso vital. É essa integração entre razão, experiência e valores que transforma o trabalho humano em algo capaz de evoluir e de gerar valor real para a sociedade.

Portanto, este estudo representa mais do que a implantação de um sistema de gestão. É o início de um processo de maturidade organizacional, em que a observação e a mensuração se unem à sabedoria e à intuição, e a técnica se alia à filosofia. Dessa forma, o Sistema de Gestão da Qualidade proposto reflete essa união de método e propósito, de ciência e ética, de

engenharia e humanidade, revelando que a excelência não é um ponto de chegada, mas um modo de existir. Assim como nos ensinamentos atribuídos a Confúcio, para mover uma montanha, faz-se necessário começar carregando pequenas pedras. Assim, o trabalho aqui apresentado representa um primeiro movimento planejado, medido, consciente e padronizado, rumo à consolidação de uma cultura de qualidade, pedra por pedra, processo por processo, até que a montanha da excelência se torne parte natural da paisagem da organização.

O trabalho também pode ser estudado para criação de um modelo replicável a diversos ramos da indústria onde uma aplicação bem-feita pode gerar diversos benefícios comentados, criando um ambiente de qualidade que pode ser replicado e reproduzido novamente em empresas, negócios, projetos, pequenos empreendimentos, com o intuito de elevar a cultura organizacional para um patamar de foco na qualidade total. Portanto, ao aliar conceitos filosóficos e científicos a uma cultura organizacional baseada no estudo de suas atividades, completa-se o ciclo virtuoso da qualidade, replicável em qualquer organização, em qualquer sociedade e em qualquer tempo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. NBR 16278 / NBR 16239 – Soldagem: qualificação, procedimentos e ensaios. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT. NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. NBR 8400: Cálculo estrutural de equipamentos de içamento e movimentação de cargas. Rio de Janeiro, 1984.

ABNT. NBR ISO 9001: Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

ANDERSON, Shannon W. Managing costs and cost structure throughout the value chain: research on strategic cost management. **Handbooks of Management Accounting Research**, v. 2, p. 481-506, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade: requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

**ATLASIAN**. *Trello – Official Product Documentation*. Sydney: Atlassian Corporation, 2024. Disponível em: <https://trello.com>. Acesso em: 15 nov. 2025.

BACON, Francis. *Novum organum*. Clarendon press, 1878.

BATALHA, Gilmar F. Processos de fabricação: Junção, soldagem e brasagem. Material auxiliar ao livro, 2003.

BOMBASSARO, Grasiela. Análise de custos em uma máquina sequencial de uma indústria metalúrgica na Serra Gaúcha. 2020.

BONNEY, Maurice. Reflections on production planning and control (PPC). **Gestão & produção**, v. 7, 2000.

BOWEN, William G.; MCPHERSON, Michael; CHINGOS, Matthew M. Crossing the finish line: Completing college at America's public universities. 2009.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html>. Acesso em: 13 nov. 2025.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978.** Aprova as Normas Regulamentadoras — NRs. Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2025.

BUENO, André. Confúcio volta à cena: ‘a batalha pelo império’ e o resgate do confucionismo na China. NETO, José; LEÃO, Karl; RICON, Leandro. *Imagens em movimento: Ensaios sobre Cinema e História*. Rio de Janeiro: Autografia/Recife: EDUPE, p. 46-64, 2016.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC-Control da Qualidade Total no estilo japonês**. Falconi Editora, 2014.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC-Control da Qualidade Total no estilo japonês**. Falconi Editora, 2014.

CARVALHO, Igor Ribeiro. PROJETO DE UMA MÁQUINA LASER DE PEQUENO PORTE PARA CORTE DE CHAPAS EM MDF E ACRÍLICO COM ESPESSURAS ATÉ 4MM. 2021.

CASTRO SILVA, Hugo Fernando; DIEZ-SILVA, H. Mauricio; QUIJANO BRAND, Leonardo Fabio. Plan de gestión de costos en dirección de proyectos. Aplicación en una empresa del sector minero-industrial de Colombia. **Revista EAN**, n. 74, p. 22-39, 2013.

CAZELLA, Carla Fabiana *et al.* Gestão de custos como fator de vantagem competitiva na Indústria Metalmeccânica da Região AMAI. **Ágora: revista de divulgação científica**, v. 21, n. 1, p. 121-134, 2016.

CHANDE, Madhao Balwant. Kautilyan Arthasastra. Atlantic Publishers & Dist, 1998.

CHIROLI, Daiane Maria DE GENARO *et al.* Um estudo sobre os custos da qualidade em uma empresa metal mecânica. **Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 04) Año 2016**, 2016.

CONFEEA / CREA. **Resolução nº 1.025/2009**. Dispõe sobre a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Disponível em: <https://www.confefa.org.br>. Acesso em: 15 nov. 2025.

COOPER, Robert G. Stoge-Gote Systems: A New Tool for Monoging New. **Business horizons**, 1990.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção E Operações: Manufatura E Serviços: Uma Abordagem Estratégica** . Editora Atlas SA, 2000.

CREPALDI, Silvio Aparecido. Contabilidade gerencial. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2020.

CUNHA-FERNANDA, Fernanda Albuquerque *et al.* O USO DE FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO PARA SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA METAL-MECÂNICA. 2011.

CUNHA-FERNANDA, Fernanda Albuquerque *et al.* O USO DE FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO PARA SUPORTE AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM UMA EMPRESA METAL-MECÂNICA. 2011.

DA SILVA FARIAS, Emily Vitória *et al.* Viabilidade da informatização entre o processo de atendimento e a produção de uma gráfica. **Revista do Encontro de Gestão e Tecnologia**, v. 1, n. 02, p. 82-90, 2024

DE HAMMURABI, Código. Código de Hammurabi. Federico Lara 2008, 1986.

DE MELLO, Esequiel Berra *et al.* Processo de desenvolvimento de produtos e o sistema Stage- Gate. **Gestão Contemporânea**, n. 1, 2012.

DIAS, Bruno Coelho. O Excel como ferramenta de software no auxílio de projetos mecânicos voltados para sistemas de transmissão. 2024.

DIAS, Marco Aurélio P. Administração de materiais: uma abordagem logística. In: **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 1996.

DÍAZ VALDIVIA, José María; VALENCIA FERNÁNDEZ-DÁVILA, Hernán Víctor. Propuesta de implementación del aplicativo Trello para la gestión de las restricciones en Last Planner® System. 2018

DIOGO, Ricardo Alexandre; KOLBE JR, A.; SANTOS, Neri. A transformação digital e a gestão do conhecimento: Contribuições para a melhoria dos processos produtivos e organizacionais. P2p E Inovação, 5 (2), 154-175 [em linha]. 2019.

DOS SANTOS, Daniela Tatiane; BATALHA, Mário Otávio. Estratégia de produção em arranjos produtivos cerâmicos: o caso de Pedreira (SP). **Revista Produção Online**, v. 10, n. 3, 2010.

EASBY, Dudley Tate; BRITANNICA EDITORS. metalwork | Definition, Meaning, Techniques, Tools, Types, History, & Facts. Encyclopaedia Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/metalwork>. Acesso em: 13 de novembro de 2025.

EDWARDS, John Richard; NEWELL, Edmund. The development of industrial cost and management accounting before 1850: a survey of the evidence. **Business History**, v. 33, n. 1, p. 35-57, 1991.

EIKELAND, Olav. The ways of Aristotle: Aristotelian phronesis, Aristotelian philosophy of dialogue, and action research. Peter Lang, 2008.

FAYOL, Henri. Principios generales de administración. Paris: Dunod, 1916.

FEIGENBAUM, Armand V. Total quality control. **New York**, v. 12, 1991.

FRIEDRICH, LAERCIO ROGERIO; SOUZA, M. A. Análise da utilização de custo de concorrentes: um estudo em empresas do segmento metal mecânico do RS. In: **CONGRESSO USPDE CONTROLADORIA E CONTABILIDADE**. 2014.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. Pioneira Thomson Learning, 2001.

GAN, Zhi Lon; MUSA, Siti Nurmaya; YAP, Hwa Jen. A review of the high-mix, low-volume manufacturing industry. *Applied Sciences*, v. 13, n. 3, p. 1687, 2023.

HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M.; HEITGER, Dan Lester. **Cost management**. South-Western College Publishing, 1997.

HARARI, Yuval Noah. *Sapiens: Uma Breve História da Humanidade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

HRECHANYI, O. M. *et al.* THE ROLE OF CAD IN THE DEVELOPMENT OF ENGINEERING SOLUTIONS FOR THE METALLURGICAL INDUSTRY: EXPERIENCE IN USING ANSYS, AUTOCAD, SOLIDWORKS AND MATLAB. **Системні технології**, v. 3, n. 158, p. 10-20, 2025

ISHIKAWA, Kaoru; LOFTUS, John Howard. **Introduction to quality control**. Tokyo: 3A Corporation, 1990.

ISHTIAQ, Muhammad. Book Review Creswell, JW (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage. **English Language Teaching**, v. 12, n. 5, p. 40, 2019.

JOHNSON, Heather A. Trello. **Journal of the Medical Library Association: JMLA**, v. 105, n. 2, p. 209, 2017.

JUÍÑA, Luis; CABRERA, Víctor Hugo; REINA, Salvatore. Aplicación de la teoría de restricciones en la implementación de un Sistema de Manufactura CAD-CAM en la industria Metalmecánica-Plástica. **Enfoque Ute**, v. 8, n. 3, p. 56-71, 2017.

JULIUS, K. *et al.* On the Evolutionary History of Dog Domestication. *Frontiers in Veterinary Science*, Lausanne, v. 8, n. 662370, 2021. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.662370/full>. Acesso em: 1 nov. 2025.

JÚNIOR, Sylvio Roberto Scatolin. *Solidworks 2016: modelagem 3D de peças, chapas metálicas e superfícies*. SESI SENAI Editora, 2017.

JURAN, Joseph M. Departmental quality planning. *National Productivity Review*, v. 11, n. 3, p. 287-300, 1992.

JURAN, Joseph M. *Juran on quality by design: the new steps for planning quality into goods and services*. Simon and Schuster, 1992.

JURAN, Joseph M. **Juran's quality handbook**. 1999.

KOVALEV, I. A. *et al.* Application of agile methodology at industrial manufacturing as part of the Industry 4.0. In: **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**. IOP Publishing, 2020. p. 052034.

LIMA, Heitor Ferreira. *História político-econômica e industrial do Brasil*. Brasileira, 1970.

LOEBLEIN, Lucinéia Carla *et al.* Aplicação da programação linear para minimização de perdas de aparas em indústria metal mecânica. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 4, 2013.

MALINOSKI, Jocemar; SILVA, Sinicley. Felicidade: o bem supremo, no livro I da obra: *Ética a Nicômaco* de Aristóteles. Trabalho apresentado em II Seminário Nacional de Filosofia e Educação: Confluências. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil, 2004.

MARTINS, Eliseu; ROCHA, Welington. **Contabilidade de custos**. São Paulo: Atlas, 2003.

MICROSOFT. *Descrição oficial do Microsoft Excel*. Disponível em: <https://www.microsoft.com>. Acesso em: 15 nov. 2025.

NARDINI, Jurandir Jones; PIRES, Silvio RI. **Tecnologias e sistemas de gestão da produção e da qualidade: um estudo na indústria metal-mecânica**. 1999. Tese de Doutorado. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP.

NAVARRO, Rômulo Feitosa. 1. A Evolução dos Materiais. Parte1: da Pré-história ao Início da Era Moderna. *Revista eletrônica de materiais e processos*, v. 1, n. 1, 2006.

OGOLA, Julius M. Technology diffusion and its impact on product development in the informal metal working sector in Kenya. 2007. Tese de Doutorado.

OHNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. Productivity press, 2019.

OMOKAWA, Rogerio. Utilizaã § ã£ o de sistemas PDM em ambientes de engenharia simultãç nea: o caso de uma implantação em uma montadora de veÃculos pesados. 1999. Tese de Doutorado. Universidade de São oPaulo.

ORCHARD VERGARA, Sebastián. *Estrategia de crecimiento sostenible para indústrias metalúrgicas Sorena*. 2016.

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Contabilidade gerencial**. Editora Atlas SA, 2010.

PALADINI, Edson Pacheco. *Gestão da qualidade: teoria e prática*. In: **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2010.

PAVLOVITCH, Kotlyarov Vsevolod; PAVLOVITCH, Maslakov Alexey; ANDREEVICH, Tolstoles Alexey. Digital modelling of production engineering for metalworking machine shops. **Труды Института системного программирования РАН**, v. 31, n. 3, p. 85-98, 2019.

PEREIRA, Lucas Ferreira Rodrigues; OLIVEIRA, Ana. Processos de Fabricação: Técnicas e Procedimentos Da Usinagem.

PEREIRA, Rosalie Helena de Souza. Platão, Al-fârâbî e Averróis: as qualidades essenciais ao governante. *Trans/Form/Ação*, v. 34, p. 01-20, 2011.

PINTO, Alfredo Augusto Gonçalves *et al.* **GESTÃO DE CUSTOS ED. 4**. Editora FGV, 2018.

POMPERMAYER, Cleonice Bastos. Sistemas de gestão de custos: dificuldades na implantação. **Revista da FAE**, v. 2, n. 3, 1999.

POMPERMAYER, Cleonice Bastos; LIMA, João Evangelista Pereira. Gestão de custos. Finanças empresariais. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Senhor Bom Jesus. Coleção Gestão Empresarial, n. 4, p. 49-68, 2002.

RANGARAJAN, L. N. *et al.* (Ed.). The arthashastra. Penguin Books India, 1992.

RODRÍGUEZ MEDINA, Guillermo *et al.* Gestión de costos de las actividades en el sector metalmecánico de la región zuliana. **Revista venezolana de gerencia**, v. 14, n. 46, p. 260-273, 2009.

RODRÍGUEZ MEDINA, Guillermo *et al.* Gestión de costos de producción en el sector metalmecánico de la región zuliana. **Revista de Ciencias sociales**, v. 13, n. 3, p. 455-467, 2007.

ROMEIRO FILHO, Eduardo. CONTRIBUIÇÕES DA INFORMATIZAÇÃO À GESTÃO DO CICLO DE VIDA: POSSIBILIDADES NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **CONSTRUINDO**, 2016.

ROMERO, David *et al.* New forms of Gemba walks and their digital tools in the digital lean manufacturing world. In: **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems**. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 432-440.

ROSSETTI, Germán Horacio Rossetti Germán Horacio; FERNANDEZ, Wanda Valeria. Diagnosis of the product development process in metalworking sector companies. **Latin American Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. e2470-e2470, 2024.

ROZENFELD, Henrique; AMARAL, Daniel Capaldo. Gestão de projetos em desenvolvimento de produtos. **São Paulo: Saraiva**, 2006.

ROZENFELD, Henrique; AMARAL, Daniel Capaldo. Gestão de projetos em desenvolvimento de produtos. **São Paulo: Saraiva**, 2006.

SANIUK, Anna; CAGÁŇOVÁ, Dagmar; ČAMBÁL, Miloš. Performance Management in metalworking processes as a source of sustainable development. In: **22nd International Conference on Metallurgy and Materials-METAL**. 2013. p. 2017-2022.

SANIUK, Anna; SANIUK, Sebastian; WITKOWSKI, Krzysztof. Using Activity Based Costing in the metalworking processes. In: **Conference Proceedings of 19th International Metallurgical and Materials Conference METAL 2010**. 2011. p. 1328-1333.

SCATOLIN, Henrique Guilherme. A gestão do conhecimento nas organizações: o legado de Nonaka e Takeuchi. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, v. 5, n. 2, p. 4-13, 2015.

SCHIER, Carlos Ubiratan Da Costa. **Gestão de custos**. Editora Intersaberes, 2013.

SCHWANKE, Alexandre Lucas *et al.* Aplicação do método matricial para melhoria da alocação dos custos indiretos—o caso de uma indústria metal-mecânica. 2014.

SHEWHART, Walter A. Economic control of quality of manufactured product. Barakaldo Books, 2022.

SHINGO, Shigeo. Non-stock production: the Shingo system of continuous improvement. Productivity press, 2024.

SILVA, Anderson Geovany de Lucena. Uso do aplicativo Trello na gestão de obras em micro e pequenas empresas da construção civil. 2021.

SILVA, Luzinário Gomes da. Desenvolvimento de um núcleo versátil e integrado de ferramentas CAD/CAE para a modelagem e simulação de peças mecânicas. 2012.

SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SMITH, Adam. The wealth of nations [1776]. na, 1937.

SOLER-MUÑOZ, Rafael; HERNANDEZ-CARRION, J. R. Aplicación de metodologías adaptativas en el Trabajo de Final de Grado. Uso de Agile y Kanban sobre Trello. com. **Actas de las IV Jornadas sobre Sistemas de Votación Electrónica 2018**, v. 57.

TARÍ, J. J., Molina-Azorín, J. F., & Heras, I. (2012). **Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 Standards: A Literature Review**. Journal of Industrial Engineering and Management, 5, 297-322.

TAYLOR, Frederick Winslow. Principles and methods of scientific management. Journal of Accountancy, v. 12, n. 3, p. 3, 1911.

TELECURSO 2000. Mais do que nunca é preciso cortar. Módulo Processos de Fabricação – Metal Mecânica. [s.l.], [s.n.], s.d. Disponível em: <https://fuestibular.com.br/downloads/apostilas/Telecurso-2000/metal-mecanica/processos-de-frabricacao/apostila-2/25-mais-do-que-nunca%3Depreciso-cortar.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2025.

TEZZA, Rafael; BORNIA, Antonio Cezar; VEY, Ivan Henrique. Sistemas de medição de desempenho: uma revisão e classificação da literatura. **Gestão & Produção**, v. 17, p. 75-93, 2010

**TRELLO, I.** *Trello*. 2015. Disponível em: <https://trello.com>. Acesso em: 15 nov. 2025.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Planejamento e controle da produção: teoria e prática . Editora Atlas SA, 2000.

TÜRKER-KÜYEL, Mübahat. Al-Fârâbî As a Source of the History of Philosophy And of Its Definition. Erdem, v. 6, n. 18, p. 736-748, 1990.

UNITED NATIONS. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities – ISIC Rev. 4. New York: United Nations Statistics Division, 2008. Disponível em: [https://unstats.un.org/unsd/demographicssocial/census/documents/isic\\_rev4.pdf](https://unstats.un.org/unsd/demographicssocial/census/documents/isic_rev4.pdf). Acesso em: 13 nov. 2025

UNITED NATIONS. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities – ISIC Rev. 4. New York: United Nations Statistics Division, 2008. Disponível em: [https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/census/documents/isic\\_rev4.pdf](https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/census/documents/isic_rev4.pdf). Acesso em: 13 nov. 2025.

VILLA, Pablo Alonso; MARTÍN, Montserrat Álvarez; GOICOLEA, Pedro Pablo Ortúñez. Formación y desarrollo de un distrito metalúrgico en Valladolid (c. 1842- 1951). **Investigaciones de História Económica**, 2018.

VILLELA-PETIT, Maria da Penha. Platão e a poesia na República. *Kriterion: revista de Filosofia*, v. 44, p. 51-71, 2003.