

UNIVERSIDADE DO PLANALTO CATARINENSE – UNIPLAC

UNIVERSIDADE DO CONTESTADO – UNC

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS PRODUTIVOS - PPGSP

ELAINE RIBEIRO CRUZ

MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS

JOINVILLE/SC

2025

ELAINE RIBEIRO CRUZ

MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS

Dissertação de Mestrado, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Sistemas Produtivos – PPGSP em forma associativa entre UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre(a) em Sistemas Produtivos.

Orientadora: Profa. Dra. Mari Aurora Favero Reis

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Leandro de Borba

JOINVILLE/SC

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica

C955m

Cruz, Elaine Ribeiro

Melhoria nos processos de furação e rebitagem na fabricação de carrocerias / Elaine Ribeiro Cruz ; orientadora Profa. Dra. Mari Aurora Favero Reis ; coorientador Prof. Dr. Marcelo Leandro de Borba. – 2025.

85 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Produtivos) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos em forma associativa entre a Universidade do Planalto Catarinense ; Universidade do Contestado ; Universidade do Extremo Sul Catarinense ; Universidade da Região de Joinville. Lages, SC, 2025.

1. Carrocerias - Processos de fabricação. 2. Processos de fabricação. 3. Ergonomia. I. Reis, Mari Aurora Favero (orientadora). II. Borba, Marcelo Leandro de (coorientador). III. Universidade do Planalto Catarinense. IV. Universidade do Contestado. V. Universidade do Extremo Sul Catarinense VI. Universidade da Região de Joinville. VII. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos. VIII. Título.

CDD 658.5

Catálogo na fonte – Biblioteca Central

FOLHA DE APROVAÇÃO

ELAINE RIBEIRO CRUZ

**MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE
CARROCERIAS**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos – PPGSP, Linha de Pesquisa 2 (Sistemas Produtivos e Sustentabilidade), em forma associativa entre a Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, a Universidade do Contestado – UNC, a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC e a Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE, como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Sistemas Produtivos**.

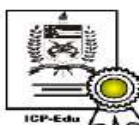
Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **MARI AURORA FAVERO REIS**
Data: 21/08/2025 13:39:29-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Mari Aurora Favero Reis (UNC)
Presidente da Banca / Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO LEANDRO DE BORBA**
Data: 27/08/2025 15:07:28-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Marcelo Leandro de Borba (UNIVILLE)
Coorientador

 Documento assinado digitalmente
Antonio Pedro Novaes de Oliveira
Data: 21/08/2025 07:55:36-0300
CPF: ***.409.039-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Antônio Pedro Novaes de Oliveira (UFSC)
Membro titular externo

Documento assinado digitalmente
 **LEOPOLDO PEDRO GUIMARAES FILHO**
Data: 27/08/2025 14:56:57-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Leopoldo Pedro Guimarães Filho (UNESC)
Membro titular interno

Lages, SC, 10 de julho de 2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus filhos, Bárbara Ribeiro Pocinho e Ryan Matheus Cruz (*in memorian*), que são a razão do meu esforço, da minha perseverança e da minha esperança em um futuro melhor. Cada página escrita foi movida pelo desejo de ser exemplo, de mostrar que o conhecimento transforma e que os sonhos são possíveis quando se caminha com amor, coragem e propósito. Que esta conquista os inspire a nunca desistirem dos seus ideais, a acreditarem na força do estudo e no valor da dedicação.



AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio por meio da bolsa MAI/DAI (Edital nº 006/2023) , que foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa e para o fortalecimento da interação entre academia e setor produtivo. Este incentivo contribuiu para a execução técnica do projeto, formação profissional e a aplicação prática do conhecimento científico, ampliando o impacto social e econômico dos resultados alcançados. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela contribuição e investimentos na formação de recursos de alto nível por meio da pesquisa científica e estímulo na consolidação da pós-graduação no País.

À Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, a Universidade do Contestado – UNC, a Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC e a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, que me oportunizaram a participação e aquisição de conhecimento no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos.

À professora Cristina Keiko Yamaguchi, coordenadora geral do programa e aos demais coordenadores, Professores Oscar, Jeison, Kristian, Marcelo, todos sempre prontos a fornecer o suporte necessário para o andamento dos trabalhos do Programa, sobretudo com a organização dos Seminários, cujos quais foram essenciais para a preparação das bancas de Qualificação e Defesa.

Aos meus estimados orientadores, Mari Aurora Favero Reis e Marcelo Leandro de Borba, cujos ensinamentos transcenderam as metodologias acadêmicas. Com gestos de acolhimento, empatia e dedicação, me mostraram, na prática, a verdadeira essência de ser professor.

Agradeço aos meus avós maternos Divino e Zilda, que nos ensinaram durante a vida, o valor da construção constante, pautada em valores fundamentais como respeito, dedicação e humildade.

A minha amada filha Bárbara, pela compreensão da razão pela qual, minha ausência era necessária.

A realização deste mestrado representou uma jornada desafiadora, de grande crescimento pessoal, acadêmico e profissional. Chegar até aqui não seria possível sem o apoio e a contribuição de muitas pessoas, às quais sou profundamente grata.

RESUMO

CRUZ, Elaine Ribeiro. **MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS**, 2025, 85 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Produtivos). Programa de Pós-graduação em Sistemas Produtivos – PPGSP em forma associativa entre a Universidade do Planalto Catarinense – UNIPLAC, da Universidade do Contestado – UNC, da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC e da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, Lages, (2025).

Contextualização: A indústria de implementos rodoviários, formada majoritariamente por empresas de pequeno e médio porte, desempenha um papel estratégico na logística nacional. No entanto, enfrenta desafios significativos, como baixa automação, ausência de padronização e alta repetitividade nas atividades fabris. **Objetivo:** Avaliar os métodos e processos de furação e rebite em uma indústria de carrocerias, a fim de propor melhorias voltadas à eficiência, ergonomia e sustentabilidade operacional. **Metodologia:** A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e exploratória, baseada em revisão bibliográfica, observações em campo e entrevistas não estruturadas com colaboradores da empresa Furgões Joinville Ltda., localizada em Garuva/SC. **Resultados:** Os dados coletados revelaram gargalos importantes, como a falta de padronização dos processos, altos níveis de ruído, absenteísmo relacionado à rebite manual e limitações ergonômicas. Como solução, propõe-se a adoção de tecnologias como a rebite autoperfurante (SPR) e sistemas automatizados inspirados na indústria aeronáutica, como o sistema DOB, com dupla função de furação e rebite. Tais recomendações demonstram potencial para elevar a produtividade, reduzir falhas operacionais, melhorar as condições de trabalho e alinhar a produção às exigências atuais do mercado. **Conclusão:** Conclui-se que a modernização dos processos de furação e rebite, quando integrada aos princípios da Indústria 4.0, Indústria 5.0 e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável — especialmente o ODS 9 — constitui uma estratégia eficaz para aumentar a competitividade industrial e promover qualidade de vida no ambiente de trabalho.

Palavras-chave: Rebite; Implementos Rodoviários; Gestão de Processos; Ergonomia.

ABSTRACT

CRUZ, Elaine Ribeiro. **IMPROVEMENT IN DRILLING AND RIVETING PROCESSES IN BODY MANUFACTURING**,. 2025, 85. Dissertation (Master in Production Systems). Postgraduate Program in Production Systems – PPGSP in an associative form between the University of Planalto Catarinense – UNIPLAC, the University of Contestado – UNC, the University of Extremo Sul Catarinense – UNESC and the University of the Joinville Region – UNIVILLE, Lages, (2025).

Context: The road equipment industry, predominantly composed of small and medium-sized enterprises, plays a strategic role in national logistics. However, it faces major challenges such as low automation, lack of standardization, and high repetitiveness in manufacturing activities. **Objective:** To evaluate drilling and riveting methods and processes in a bodywork industry, in order to propose improvements aimed at efficiency, ergonomics and operational sustainability. **Methodology:** The research employed a qualitative and exploratory approach, based on a literature review, field observations, and unstructured interviews with employees of Furgões Joinville Ltda., located in Garuva, Santa Catarina, Brazil. **Results:** The data collected revealed significant bottlenecks, including lack of process standardization, high noise levels, absenteeism associated with manual riveting, and ergonomic limitations. As a solution, the adoption of technologies such as self-piercing riveting (SPR) and automated systems inspired by the aerospace industry—such as the DOB system, which combines drilling and riveting functions—is proposed. These recommendations show potential to boost productivity, reduce operational failures, improve working conditions, and align production with current market demands. **Conclusion:** It is concluded that modernizing drilling and riveting processes, when integrated with the principles of Industry 4.0, Industry 5.0, and the Sustainable Development Goals—particularly SDG 9—represents an effective strategy for enhancing industrial competitiveness and improving quality of life in the workplace.

Keywords: Riveting; Road Implements; Process Management; Ergonomic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estrutura da Interdisciplinaridade do Projeto</i>	18
Figura 2 <i>Estrutura geral do documento</i>	20
Figura 3 <i>Diagrama do processo de rebiteagem autoperfurante</i>	26
Figura 4 <i>Descrição esquemática do processo de rebiteagem por fricção</i>	27
Figura 5 <i>Sistema de perfuração e rebiteagem com máquina dupla</i>	28
Figura 6 <i>Fotografias do uso de Exoesqueleto no processo de rebiteagem na indústria aeronáutica</i>	40
Figura 7 <i>Fotografias das vestimentas de resfriamento por mudanças de fases (PCCG)</i>	42
Figura 8 <i>Framework das características da pesquisa</i>	43
Figura 9 <i>Características do grupo da amostra</i>	47
Figura 10 <i>Fluxograma das etapas da pesquisa</i>	48
Figura 11 <i>Processo de Coleta de dados</i>	48
Figura 12 <i>Processo de análise de dados</i>	50
Figura 13 <i>Frame das ações de coleta de dados</i>	52
Figura 14 <i>Materiais usados nos processos de fabricação de carrocerias</i>	55
Figura 15 <i>Fotografias das ferramentas de furação e rebiteagem utilizadas pelos colaboradores</i>	57

LISTA DE TABELA

Tabela 1 <i>Ferramentas Gestão de Processos</i>	31
Tabela 2 <i>Observações na vista de campo do dia 25/08/2023</i>	55
Tabela 3 <i>Comparativo teoria e prática em observações da vista em 13/04/2024</i>	58
Tabela 4 <i>Atuação dos colaboradores nos processos de furação e rebitagem</i>	59
Tabela 5 <i>Melhorias nos processos fabris conforme os participantes</i>	63
Tabela 6 <i>Dados comparativos entre pesquisa teórica e entrevistas em 07/02/2025</i>	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANFIR	Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BPM	Business Process Management (Gestão de Processos de Negócio)
CDICC	Clusters de Competitividade da Indústria de Defesa Croata
DOB	Disturbance Observer-Based Control
ERP	Enterprise Resource Planning
FSW	Friction Stir Welding (Soldagem por Fricção)
HDDRCel	Célula de Perfuração e Rebitagem de Alta Precisão
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEL	Instituto Euvaldo Lodi
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
LBW	Laser Beam Welding (Soldagem por Feixe de Laser)
LEAN	Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta)
MEI	Mobilização Empresarial pela Inovação
NVA	Atividades que Não Agregam Valor
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PDCA	Ciclo de Melhoria Contínua
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
PPGSP	Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SPR	Self-Piercing Riveting (Rebitagem Autoperfurante)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TD	Transformação Digital
TPS	Toyota Production System (Sistema Toyota de Produção)
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
UNC	Universidade do Contestado
UNIPLAC	Universidade do Planalto Catarinense
UNIVILLE	Universidade da Região de Joinville
VA	Value-Added (Atividades que Agregam Valor)
VSM	Value Stream Mapping (Mapa de Fluxo de Valor)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.3.1 Inserção social da pesquisa	17
1.4 CARACTERIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR E ADERÊNCIA AO PROGRAMA.....	18
1.5 ESTRUTURA GERAL DO DOCUMENTO	20
2 PANORAMA TEÓRICO.....	22
2.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR INDUSTRIAL	22
2.1.1 Primeira Revolução Industrial	22
2.1.2 Segunda Revolução Industrial 2.0.....	23
2.1.3 Terceira Revolução Industrial 3.0	23
2.1.4 Revolução Industrial - Indústria 4.0	23
2.1.5 Indústria 5.0	24
2.2 O MERCADO DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS	25
2.3 A UTILIZAÇÃO DE REBITAGEM EM PROCESSOS FABRIS.....	25
2.3.1 Filosofias LEAN na fabricação de carrocerias.....	29
2.4 GESTÃO DE PROCESSOS NA INOVAÇÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL.....	31
2.4.1 Gestão de Processos na Indústria	35
2.4.2 O papel da Gestão de Pessoas na Gestão de Processos	37
2.4.3 Segurança do Trabalho na Indústria	39
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	43
3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	46
3.2.1 Descrição do local e população em estudo	46
3.2.2 Tamanho de amostra e suas características	46
3.2.3 Etapas da pesquisa	47
3.3 PROCESSO DE COLETA DE DADOS.....	48
3.4 PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS.....	49
3.5 PROCEDIMENTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	50
3.5.1 Critérios de inclusão dos participantes	50

3.5.2 Critérios de exclusão dos participantes.....	50
3.5.3 Procedimentos de contato com os participantes e coleta de dados	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.1 DIAGNÓSTICO DA VISITA DE CAMPO	52
4.1.1 Análise Observacional por meio de diários das visitas de campo	53
4.2 APLICAÇÃO DA ENTREVISTA NÃO ESTRUTURADA PARA OS COLABORADORES	58
4.2.1 Análise das funções, rotinas e atuação dos colaboradores	59
4.2.2 Melhorias importantes no processo de fabricação	62
4.2.3 Implementação de Tecnologia	64
4.2.4 Oportunidades de melhorias nos processos de furação e rebitagem	66
4.3 APLICABILIDADE DO ESTUDO	68
5 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	82
APÊNDICE 2 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA	83
APÊNDICE 3: TRADUÇÃO DAS ENTREVISTAS.....	84

1 INTRODUÇÃO

A competitividade da indústria automotiva depende diretamente da inovação e da melhoria contínua dos processos, que promovem eficiência, personalização e diferenciação em um mercado dinâmico (Llopis-Albert et al., 2021). Neste cenário se destaca um nicho de mercado, que em muito contribui para o desenvolvimento do país, que é o mercado de implementos rodoviários, responsável pela fabricação de implementos customizados, utilizados em caminhões para transportarem cargas diversas.

A indústria de implementos rodoviários teve sua origem no Brasil na década de 1950, quando os primeiros fabricantes de implementos rodoviários se instalaram no país. Impulsionada pela crescente demanda no transporte de carga rodoviário, essa indústria foi capaz de atender o mercado com uma variedade de produtos diversificados já na década de 1970. Ao longo do tempo, a engenharia nacional foi gradualmente incorporada no processo de desenvolvimento de produtos, adaptando-os às condições desafiadoras da infraestrutura das estradas brasileira (Azevedo et al., 2015).

O segmento de implementos rodoviários dentro da indústria automotiva refere-se à fabricação de equipamentos e acessórios que são acoplados a veículos rodoviários, como caminhões e ônibus, para diferentes finalidades. Esses implementos podem incluir reboques, semirreboques, carrocerias especiais, caçambas basculantes, tanques para transporte de líquidos, entre outros (Lima & Gomes, 2020).

Estes itens são projetados e fabricados para atender à necessidades de transporte, como o deslocamento de cargas específicas, materiais a granel, produtos perigosos, combustíveis líquidos, entre outros. Eles desempenham um papel fundamental na logística e no movimentação de mercadorias, contribuindo para a eficiência e segurança das operações rodoviárias.

Dentro da Indústria 4.0, o segmento de implementos rodoviários também está passando por transformações e inovações, com a incorporação de tecnologias como sensores, telemetria, rastreamento, IoT (*Internet of Things*) e automação para tornar esses equipamentos mais inteligentes, eficientes e conectados.

Segundo (Azevedo et al., 2015), o Brasil é um país que se utiliza do sistema rodoviário como matriz de transporte de carga, em detrimento das demais modalidades, como ocorre em países mais desenvolvidos. Esta foi uma estratégia adotada na década de 1950 como forma de alavancar o desenvolvimento do país, ligando de forma rodoviária o interior do país, às capitais e portos marítimos.

De acordo com a Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT, 2023), o modal rodoviário representa cerca de 61% do sistema de transporte, seguido do ferroviário representando 21%, aquaviário com 14% e aéreo e dutoviário 4%. Diante deste cenário, e em paralelo ao aumento da

demanda do modal, notou-se um aumento substancial das empresas fabricantes de Implementos Rodoviários, dentre de seus diferentes modelos.

A Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (Anfir, 2023) hoje conta com mais de 150 associados, sendo grande parte, empresas de pequeno e médio porte, de cunho familiar que em seus locais de atuação promovem a economia local. No entanto, os métodos produtivos para este segmento não são tão tecnológicos, se comparados à grandes montadoras e encarroçadoras.

A malha rodoviária teve substancial expansão, alcançando uma extensão superior há 1,7 milhão de quilômetros, porém grande parte apresenta problemas de manutenção, falta de pavimentação, o que implica em aumentos consideráveis de custo e manutenção nos veículos de carga que circulam diariamente, e a exigência pela qualidade destes itens se faz presente (Anfir, 2023).

Deste modo, se faz necessário compreender os gargalos da indústria de fabricação de implementos rodoviários, a fim de que o produto ofertado esteja coerente com a realidade com dos mercados nacional e internacional. Considerando que, em sua maioria (ANFIR), os fabricantes desses produtos são empresas de pequeno e médio porte, este mercado enfrenta problemas como a ausência de automação nos processos fabris e o alto turnover, que, por sua vez, precisam ser sanados para o avanço do setor.

O retrato do setor de transporte rodoviário de cargas no Brasil apresenta uma realidade complexa e desafiadora, mas também com oportunidades de evolução e melhoria.

Um dos principais desafios do setor de carga para a inovação é a resistência à mudança e a adoção de novas tecnologias. Superar esses desafios requer um compromisso das empresas do setor em promover uma cultura de inovação, investir em tecnologia e capacitação, adaptar-se às regulamentações em constante evolução e colaborar com parceiros ao longo da cadeia de suprimentos para impulsionar a inovação de forma eficaz (Soliani, 2021).

1.1 PROBLEMA

O processo produtivo na indústria de implementos rodoviários, embora atenda a um setor de alta demanda, é majoritariamente conduzido por empresas de natureza familiar, o que, pela sua complexidade, apresenta desafios inerentes.

A indústria envolvida na pesquisa, apresenta problemas que serão aprofundados no decorrer da investigação, com o intuito de contribuir na melhoria do processo produtivo. Nos processos de fabricação de carrocerias da empresa Furgões Joinville Ltda, tem sido observado problemas como: excesso de ruídos; falta de padronização do trabalho; inconformidades no processo de rebiteagem manual; atividade repetitiva; alto índice de absenteísmo e turnover. Nesta empresa, a produção média é de 200 carrocerias mensais, incluindo semirreboques de carroceria aberta e fechada, furgões

de alumínio e lonados. Toda esta produção, implica na necessidade da união de chapas metálicas, que em sua maioria trata-se de substrato de alumínio, unidas em barras em aço. Nesta fábrica, predomina a fabricação de carrocerias nas medidas de 15 m de comprimento e 3,5 m de altura.

Neste contexto, este trabalho de pesquisa busca responder à seguinte pergunta: **Quais melhorias nos processos de fabricação podem ser realizadas a fim de tornar mais eficientes os métodos de furação e rebiteagem nas carrocerias?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar os métodos e processos de furação e rebiteagem em uma indústria de carrocerias, a fim de propor melhorias voltadas à eficiência, ergonomia e sustentabilidade operacional.

1.2.2 Objetivos específicos

- Compreender os principais métodos de furação e rebiteagem utilizados na indústria por meio de revisão da literatura especializada, visando maior eficiência e adoção tecnológica.
- Descrever as rotinas observadas na produção no setor de furação e rebiteagem na montagem de carrocerias com foco em melhorias operacionais, desvios de procedimentos e oportunidades de padronização.
- Analisar os dados coletados por meio de entrevistas com colaboradores, identificando pontos críticos, processos e limitações operacionais para ações corretivas e soluções técnicas alinhadas às necessidades de produção.
- Elaborar recomendações de processos em furação e rebiteagem, com base na análise técnica e na percepção dos colaboradores, visando eficiência, conforto ergonômico e sustentabilidade.

1.3 JUSTIFICATIVA

O aumento da logística no Brasil é evidenciado pelo crescimento do setor de transporte no Produto Interno Bruto (PIB) do país. No ano de 2023, o crescimento no setor foi de 2,6% (IBGE & Estatística, 2023). Esse crescimento indica a importância e a contribuição do setor de transporte para a economia brasileira.

Além disso, o aumento da demanda por serviços logísticos e a necessidade de melhorias nos sistemas de transporte para reduzir os custos logísticos e tornar a produção nacional mais competitiva tanto no mercado interno quanto externo, são indicativos do crescimento da relevância da logística no contexto econômico do Brasil. Portanto, a melhoria do setor logístico no Brasil, está associado ao

desenvolvimento do setor de transporte e seus fornecedores, tendo papel estratégico na busca por maior eficiência, sendo ator fundamental para impulsionar o crescimento econômico do país (Silva & Zorzo, 2021).

O mercado de produção de implementos rodoviários possui grande relevância neste cenário, tendo em vista a necessidade de fabricação de caminhões e carroceria que atendam os desafios das rodovias brasileiras e exigências de regulamentação, tais como peso, medida, equipamentos de segurança e regulamentação ambiental. Essas são algumas das exigências comuns nos caminhões no Brasil, visando garantir a segurança, a conformidade com as normas e a preservação do meio ambiente (Silva & Zorzo, 2021).

A exigência do mercado de fabricação de veículos como um todo, sobretudo em carroceiras de caminhões, assemelha-se à indústria da aviação, quer seja pelos requisitos de segurança para os usuários destes produtos, quer seja pela melhoria contínua nos processos de produção, visando o aumento da produtividade, redução de custos e melhoria nos postos de trabalho (B. Pereira et al., 2022).

Na indústria da aviação, visando automatizar o processo de rebiteamento da fuselagem das aeronaves, já tem sido implementada a utilização de robôs, que trazem consigo diversos benefícios, tais como melhoria de eficiência, maior precisão, redução de custos, flexibilidade e segurança (Villani et al., 2010).

A avaliação dos sistemas de medição de grandes volumes permite concluir, que a utilização de robôs atende parcialmente à solução de processo de automatização. A exatidão de orientação do robô é suficiente para garantir a perpendicularidade necessária, porém a exatidão de posição limita o número de operações de furação e inserção de prendedores, que podem ser realizadas sem correção de posição. Portanto, a utilização do robô industrial para a montagem de fuselagem de aeronaves e caminhões atende parcialmente às necessidades, sendo necessário considerar correções manuais de posição para garantir a precisão e eficácia do processo. (Villani et al., 2010).

Segundo a ANFIR, Associação Nacional de Fabricantes de Implementos Rodoviários, (Anfir, 2023), este mercado é composto majoritariamente por empresas de pequeno e médio porte, de natureza familiar que compõem fortemente este cenário, com o fornecimento de reboques e semirreboques, apresentando crescimento médio de 8,63% no primeiro semestre de 2023. Tendo em vista a necessidade de aumento de produtividade e qualidades destes itens, se faz necessário a revisão dos processos de maneira a impulsionar a produtividade, reduzir custos e aumentar a competitividade do setor, utilizando-se do auxílio da tecnologia. Deste modo, é possível fomentar a industrialização e permitir que pequenas empresas tenham acesso à novos métodos produtivos e aprimorem suas estruturas.

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que ocorreu no Rio de Janeiro em 2012, até o ano de 2030 todos os países pertencentes a este grupo deverão atender aos 17 (ODS), sendo o Nono Objetivo (ODS 9) está pautado na Indústria, Inovação e Infraestrutura, de modo a promover oportunidades à todos os cidadãos (IBGE, 2023).

As metas do ODS 9 que melhor se aplicam para este trabalhos são: Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos (9.1); Promover a industrialização inclusiva e sustentável e, até 2030, aumentar significativamente a participação da indústria no setor de emprego e no PIB, de acordo com as circunstâncias nacionais, e dobrar sua participação nos países menos desenvolvidos (9.2); Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades (9.4); Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento (9.5).

Diante disso, este trabalho de pesquisa, propõe soluções que auxiliem as organizações a suprir as lacunas, incentivando a inovação, aumentando a produtividade de forma a manter-se pujante e sobretudo, proporcionar aos colaboradores melhoria nos postos de trabalho e qualidade de vida, especialmente ao atender as metas 9.4 e 9.5 do referido ODS (IBGE, 2023).

1.3.1 Inserção social da pesquisa

Esta pesquisa buscou apresentar uma melhoria no processo de produção de carrocerias, ofertando a este nicho de mercado a possibilidade de aumento de competitividade e por conseguinte a ampliação de seus negócios e melhoria na qualidade de vida dos colaboradores.

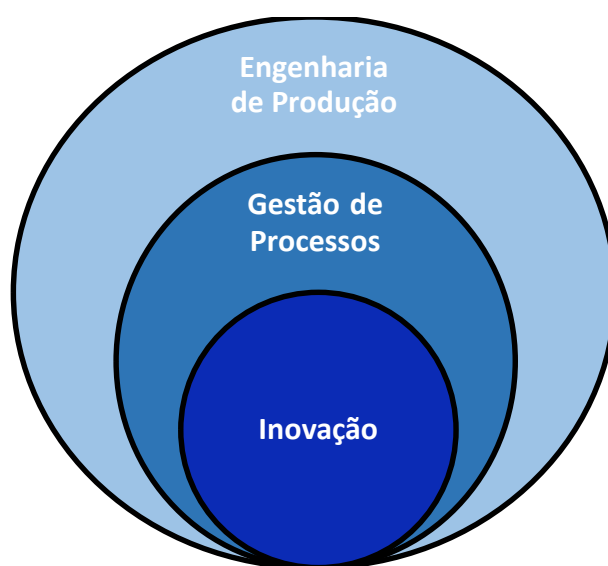
Estudo anterior (Aslam et al., 2020) aponta que o processo de inovação contido na Indústria 5.0 promove a colaboração entre humanos e máquinas, bem como entre diferentes áreas e departamentos dentro de uma organização. A gestão eficaz dos processos deve incentivar a cooperação e a comunicação entre as partes envolvidas, garantindo uma integração harmoniosa e eficiente. As organizações devem adotar práticas que incentivem a experimentação, a criatividade e a melhoria constante dos processos de modo a manterem-se competitivas e relevantes no mercado.

Assim, a inovação aplicada no setor fabril possibilita diferenciais de qualidade, prazo de entrega, com uma concorrência mais eficaz destas empresas de pequeno e médio porte junto a grandes players do mercado.

1.4 CARACTERIZAÇÃO INTERDISCIPLINAR E ADERÊNCIA AO PROGRAMA

Figura 1

Estrutura da Interdisciplinaridade do Projeto



Fonte: Os autores, 2023.

O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa teve como base a engenharia de produção, gestão de processos e inovação, conforme ilustrado na Figura 1, que demonstra a interdisciplinaridade da dissertação. Desta forma, a pesquisa se caracterizou como interdisciplinar, com aderência à Linha 2 - Sistemas Produtivos e Sustentabilidade, no Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos (PPGSP), mestrado ofertado de forma associativa entre as instituições UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE. Foram estudados aspectos referentes à processos de furação e rebtagem na fabricação de carrocerias de caminhão.

Esta afirmação tem como base, salientar a importância da interdisciplinaridade no desenvolvimento da ciência e técnicas contemporâneas, e como isso elevando-a à novos paradigmas, categorias de pensamento e metodologias de pesquisa (Raynaut, 2014). Além disso, o autor menciona que a mobilização de competências oriundas de horizontes científicos longínquos pode ser necessária para a aplicação efetiva de novas capacidades em um processo coletivo de produção do conhecimento ou de resolução de problemas.

Neste trabalho, na área da gestão da inovação, pode-se ainda estabelecer uma correlação entre o conhecimento empírico, obtido mediante a experiência consolidada pelos membros mais experientes da empresa, bem como o conhecimento científico, que vem sendo adquirido por conta da racionalidade, observações e experimentações comprovadas, e profissionais qualificados em suas áreas.

E, com o intermédio do PPGSP, foi possível propor ferramentas de gestão e embasamento realizados na revisão bibliográfica de maneira a contribuir na melhoria do processo de sistema produtivo de furação e rebitagem de carrocerias. De acordo com (Woltjer et al., 2021), existe grande correlação entre inovação e gestão de processos, pois a inovação muitas vezes está diretamente relacionada à melhoria e otimização dos processos organizacionais.

Neste sentido, salientam-se alguns pontos importantes a serem considerados, sendo eles: a melhoria da eficiência; a introdução de novas tecnologias; a adoção de práticas inovadoras, como a implementação de metodologias *Lean Six Sigma*, *BPM (Business Process Management)* e outras abordagens que visam aprimorar a eficiência e a qualidade dos processos; a flexibilidade e adaptabilidade; o estímulo à criatividade; e, por fim, a vantagem competitiva, uma vez que empresas que inovam obtêm uma vantagem significativa, pois conseguem operar de forma mais eficiente, oferecer produtos e serviços de melhor qualidade e responder mais rapidamente às demandas do mercado.

A inovação tem um papel importante e de influência na competitividade dos países e organizações, sendo um processo-chave para o alcance dos objetivos propostos.

Seu sucesso tem foco na estratégia do negócio a qual está relacionada a capacidade da organização de criar, desenvolver e explorar novas ideias, opções e oportunidades (Maggessi et al., 2021). O autor ainda afirma que a vantagem competitiva obtida com o processo de inovação tem sua origem no sucesso da integração de conhecimentos organizacionais específicos, especializados, e a interlocução destes saberes na interdisciplinaridade do conhecimento, nas tomadas de decisões nas organizações, ultrapassando as fronteiras dos saberes singulares.

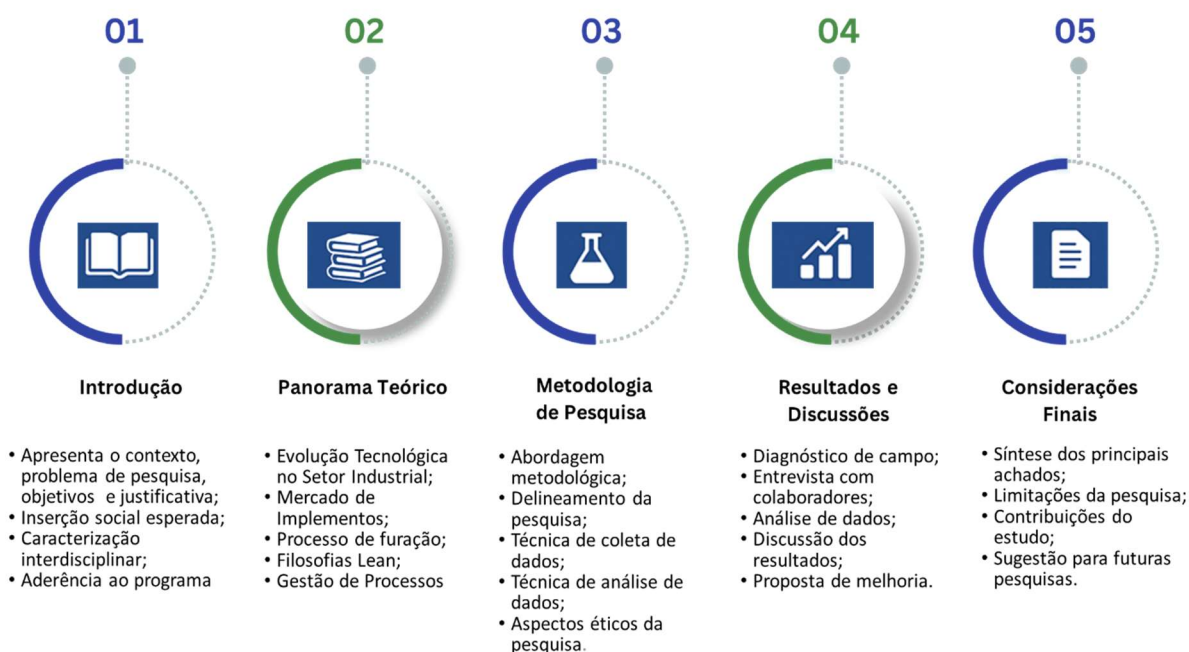
No âmbito da gestão de processos, o avanço de tecnologias digitais tem possibilitado o gerenciamento remoto e em tempo real de operações industriais, otimizando tempo e logística (Diogo, 2019). A Transformação Digital, conhecida como Indústria 4.0, promove melhorias nos sistemas produtivos e de gestão, refletindo na qualificação da mão de obra e na criação de novos postos de trabalho. Nesse contexto, torna-se essencial a adoção de metodologias estruturadas de gestão de processos como base para a implementação da inovação e o alcance dos resultados propostos nesta pesquisa.

No contexto da engenharia de produção, trata-se de um campo do conhecimento voltado à compreensão sistêmica dos processos produtivos, com foco na inovação, na criatividade e na resolução eficiente de problemas. Essa área integra fundamentos de engenharia, gestão, tecnologia, sustentabilidade e outras disciplinas, com o objetivo de garantir operações eficazes e a competitividade organizacional. A interdisciplinaridade é um componente essencial da engenharia de produção, pois potencializa a capacidade de inovação, de enfrentamento de desafios complexos e de adaptação a cenários em constante transformação (Piwowar-Sulej, 2021),

1.5 ESTRUTURA GERAL DO DOCUMENTO

Figura 2

Estrutura geral do documento



Fonte: Os autores, 2025

Este documento foi organizado em cinco capítulos (Figura 2), cada um abordando aspectos específicos da pesquisa, compo a estrutura geral do documento. A estrutura foi delineada para garantir uma apresentação clara e lógica do estudo, desde a fundamentação teórica até a conclusão. A seguir, descreve-se brevemente o conteúdo de cada seção: (1) Introdução: apresenta o contexto, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a inserção social esperada, além da caracterização interdisciplinar e aderência ao programa; (2) Panorama Teórico: discorre sobre a evolução tecnológica no setor industrial, mercado de implemento rodoviário, furação, rebitagem, filosofias *Lean* e gestão

de processos na inovação industrial, com base na literatura especializada; (3) Metodologia de Pesquisa: descreve a abordagem metodológica, o delineamento da pesquisa, os procedimentos de coleta e análise de dados, bem como os aspectos éticos de pesquisa aplicado no estudo; (4) Resultados e Discussão: apresenta os achados da pesquisa, incluindo diagnósticos de campo, entrevista com colaboradores e análise dos dados, discutindo duas implicações e análise das melhorias propostas; (5) Conclusão e Sugestões para trabalhos futuros: sintetiza os principais achados, limitações e contribuições do estudo e sugestões para futuras pesquisas.

2 PANORAMA TEÓRICO

Este capítulo teve por objetivo explorar a fundamentação teórica com foco no cenário da transformação e evolução industrial e enfoque nas técnicas utilizadas no mercado de implementos rodoviários no Brasil e no mundo. Faz-se necessário compreender o melhor processo produtivo para o setor de fabricação de implementos rodoviários, com a possibilidade de adotar técnicas de gestão de processos à exemplo de metodologias *Lean Manufacturing* que possam impactar positivamente a eficiência e produtividade de uma empresa, promovendo uma operação mais enxuta, ágil, eficiente e orientada para a melhoria contínua (Ramasahayam et al., 2023) .

2.1 EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NO SETOR INDUSTRIAL

A transformação industrial no decorrer da história foi uma poderosa ferramenta nas mudanças dos contextos sociais. A partir dela, foi possível o desenvolvimento de novos, processos industriais, desenvolvimento econômico e social (Sakurai & Zuchi, 2018). As revoluções industriais ao longo dos séculos associadas ao desenvolvimento tecnológico resultaram no advento da Indústria 4.0, denominada quarta revolução industrial. Para entender o conceito e as características da Indústria 4.0, é essencial conhecer a evolução histórica das revoluções industriais.

2.1.1 Primeira Revolução Industrial

Em 1799, o diplomata francês Louis-Guillaume Otto cunhou o termo Revolução Industrial, referindo-se ao movimento disruptivo nos quais as máquinas à vapor proporcionaram à sociedade. Atividades que eram domésticas, passaram a ser realizadas por máquinas entregando uma maior produtividade e maior desenvolvimento econômico. (Degli & Di, 2018). Este processo iniciou na Inglaterra no final do Século XVIII e início do Século XIX , entre 1760 e 1860 e posteriormente se estendeu por outros países como França, Bélgica, Holanda Rússia, Alemanha e Estados Unidos (Sakurai & Zuchi, 2018).

Neste período, destacaram-se invenções importantes, como a descoberta do carvão como energia, máquina à vapor e locomotivas que, resultaram na melhoria dos processos produtivos e transporte de mercadorias e pessoas.

A indústria têxtil foi a que mais se aperfeiçoou neste período com a utilização da máquina a vapor. Vale ressaltar que a primeira Revolução Industrial foi uma grande impulsionadora do capitalismo, pois as atividades que eram majoritariamente comerciais, passaram a ser industriais, refletindo na melhoria da sociedade da época e até os dias atuais.

2.1.2 Segunda Revolução Industrial 2.0

Iniciou-se no século XIX e avançou até metade do século XX. Este período foi marcado pelo advento da invenção da energia elétrica, automação e produção em massa, bem como a aplicação do Sistema Taylorista-Fordista, com a divisão do trabalho manual e intelectual (Passos, 2020).

Este movimento teve grande contribuição de Henry Ford, visando a produção em massa. Em 1914 foi criador do processo de semiautomatização, com a implantação de linha de montagem e esteiras rolantes (Sakurai & Zuchi, 2018). Por meio destas melhorias, a indústria passou a ter um maior controle sobre os gastos e margens de lucro, potencializando o capitalismo, o que resultou na aceleração da economia mundial. Países como Estados Unidos, Japão, Alemanha e França se consolidaram como economicamente viáveis e tornaram-se líderes globais de Tecnologia.

2.1.3 Terceira Revolução Industrial 3.0

Também conhecida como Revolução Técnico – Científica e Informacional, a Terceira Revolução Industrial é marcada pelos processos de inovação tecnológica, robótica, telecomunicações, transporte, biotecnologia, química fina, além da nanotecnologia.

Teve seu início na segunda metade do século XX, entre os anos de 1960 e 1990 (Passos, 2020). Outra característica foi a modernização dos processos industriais, com a substituição da mão-de-obra humana, por máquinas, ampliação dos direitos trabalhistas e massificação dos produtos tecnológicos. Mediante todo este processo de mudança e evolução continua, o desenvolvimento tecnológico proporcionou o advento da Indústria 4.0.

2.1.4 Revolução Industrial - Indústria 4.0

O conceito de Indústria 4.0, surgiu em 2011 na Feira de Hannover na Alemanha, onde empresários de mais de 67 países se reuniram para apresentar seus projetos aos mais de 240.000 visitantes. Neste contexto, foram apresentados a volta de 13 temas visando automação industrial e digital. Nesta data, os projetos foram apresentados de forma embrionária e no ano seguinte, estruturou-se uma equipe para consolidação das propostas e submissão do projeto ao Governo Alemão. Em abril de 2013, novamente na mesma feira, foi divulgado o relatório com previsão de investimento em diversos setores, nomeadamente em escolas, indústria, infraestrutura e sistemas de energia, visando modernizar o sistema produtivo alemão (Degli & Di, 2018). Este plano serviu de inspiração para os demais países. Neste cenário, a Indústria 4.0 é considerada a quarta revolução industrial (Passos, 2020).

Desde então, de modo a aprofundar estudos sobre a Indústria 4.0, países mais desenvolvidos criaram políticas de incentivo nas práticas de produção científica, visando a criação de políticas

industriais e de inovação voltadas para o fomento dessas tecnologias. Os Estados Unidos e a China estão entre os países que mais investem em estudos científicos e geração de inovações, criando um ambiente de oportunidades tecnológicas que parecem distingui-los dos demais países. O Brasil, por sua vez, aparece entre as posições décima segunda e décima sétima, não apresentando mais que 2% de investimento nestas ações (Lima & Gomes, 2020).

As instituições governamentais que mais se destacam no patrocínio das publicações científicas relacionadas à Indústria 4.0 são as chinesas, comprovando o esforço público. No Brasil, algumas iniciativas foram criadas, destacando-se o projeto Indústria 2027, uma iniciativa da Confederação Nacional da Indústria (CNI) por meio do Instituto Euvaldo Lodi (IEL), com apoio da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), que mobilizaram o Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Instituto de Economia da Universidade de Campinas (Unicamp). Esse projeto tem como objetivo promover a competitividade e a inovação da indústria brasileira, com foco em tecnologias avançadas.

No Brasil, os ganhos de eficiência produtiva oriundos da Indústria 4.0, são da ordem de 34 bilhões de reais por ano. Esses ganhos estão relacionados à automação de processos, à otimização da produção e à redução de desperdícios, entre outros fatores. A digitalização permite que as empresas tenham acesso a dados em tempo real sobre o desempenho de suas máquinas e equipamentos, o que possibilita a identificação de gargalos e a implementação de melhorias contínuas. Além disso, a Indústria 4.0 permite a integração de toda a cadeia produtiva, desde os fornecedores até os clientes, o que pode aumentar a eficiência e a agilidade dos processos (Passos, 2020).

2.1.5 Indústria 5.0

A Indústria 5.0 representa uma evolução do modelo anterior, a Indústria 4.0, ao incorporar uma perspectiva mais ampla e consciente sobre os sistemas produtivos. Enquanto a 4.0 é marcada pela automação e eficiência, a Indústria 5.0 enfatiza a sustentabilidade, a centralidade do ser humano e a integração ética das tecnologias nos processos industriais (Madsen & Berg, 2021).

Esse novo paradigma propõe a harmonização entre inovação tecnológica e bem-estar social, promovendo práticas que priorizam tanto a produtividade quanto o respeito ao meio ambiente e à dignidade do trabalho. Embora ainda em fase de difusão, especialmente frente à transição inacabada da Indústria 4.0 em muitas organizações, a Indústria 5.0 já influencia o desenvolvimento de produtos e serviços por meio de recursos como inteligência artificial, Internet das Coisas (IoT) e personalização em escala (Woltjer et al., 2021).

Alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), essa abordagem amplia o debate sobre o papel da tecnologia, considerando não apenas aspectos técnicos, mas também dimensões sociais, ambientais e filosóficas na construção de um futuro industrial mais equilibrado.

2.2 O MERCADO DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

O mercado de implementos rodoviários no Brasil é predominantemente composto por empresas de pequeno porte e capital nacional, caracterizando-se pela utilização de tecnologia própria e matérias-primas nacionais, o que contribui para a nacionalização dos produtos e o fortalecimento da indústria local. A demanda por customização e especialização é uma característica marcante do setor, já que os fabricantes desenvolvem soluções sob medida para garantir eficiência no transporte de cargas (Azevedo et al., 2015).

Segundo o autor, a predominância do modal rodoviário, que representa cerca de 61% da matriz de transporte nacional, reforça a importância estratégica do setor. Nesse contexto, os fabricantes enfrentam o desafio de atender a um mercado dinâmico, exigente e altamente competitivo. De acordo com a ANFIR, existem atualmente mais de 150 fabricantes de implementos no Brasil, em sua maioria empresas familiares, mesmo entre aquelas de grande porte. O crescimento do setor foi impulsionado, especialmente até 2004, pelo desempenho da produção agrícola, que apresentou um PIB acumulado de quase 40% entre 1998 e 2005, impactando diretamente a expansão da indústria de implementos rodoviários.

Essas empresas desempenham papel fundamental no setor de transporte de cargas, pois fornecem estruturas acopladas aos caminhões que devem aliar resistência, segurança, durabilidade e sustentabilidade. Dados do IBGE e da ANTT apontam que, em 2019, o transporte rodoviário respondeu por mais de 60% do total de cargas transportadas no país, evidenciando relevância e flexibilidade para atender diversas regiões (Soliani, 2021),

A partir desse cenário, observa-se o impacto crescente da Indústria 4.0 no setor, que vem introduzindo tecnologias como automação, robótica, IoT, Big Data, manufatura aditiva e realidade aumentada, com potencial para transformar profundamente o processo de concepção, produção e manutenção dos implementos rodoviários. Tais recursos ampliam a eficiência e a competitividade das organizações do setor, promovendo novos modelos de inovação e diferenciação no mercado (Matt et al., 2020).

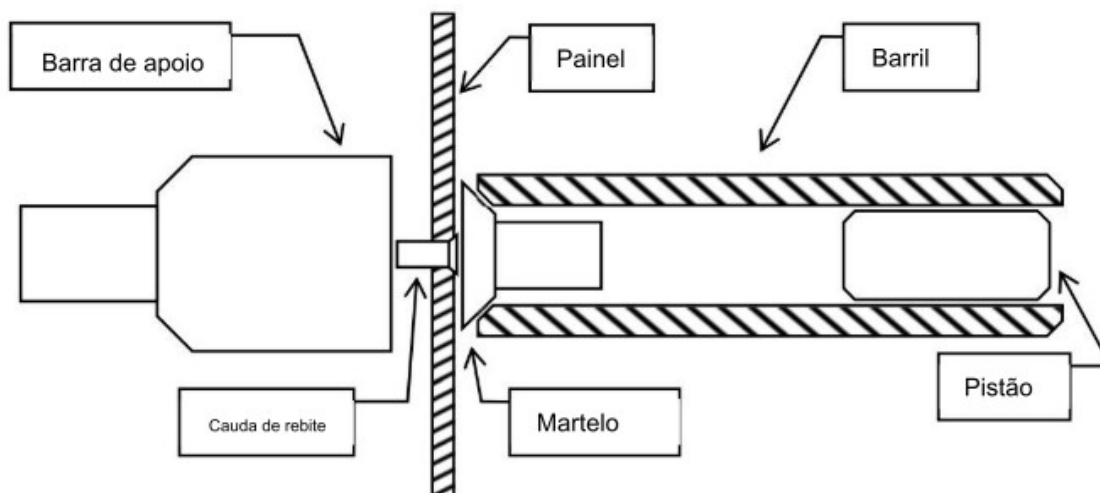
2.3 A UTILIZAÇÃO DE REBITAGEM EM PROCESSOS FABRIS

A rebiteagem é amplamente empregada na indústria de carrocerias por sua capacidade de proporcionar uma fixação mecânica segura e durável entre perfis de aço e chapas de alumínio. O

processo consiste na inserção de um rebite em um pré-furo, seguido da deformação de sua extremidade para unir firmemente as peças (Figura 3). Essa técnica pode ser realizada de forma manual, pneumática, hidráulica ou percussiva, sendo esta última caracterizada pela aplicação de impacto para a deformação e fixação do rebite (Mott, 2018).

Figura 3

Diagrama do processo de rebiteagem autoperfurante



Fonte: Mott, 2018

A rebiteagem autoperfurante (SPR) tem se consolidado como uma solução eficiente para a união de chapas de alumínio na indústria de carrocerias, proporcionando intertravamentos mecânicos robustos por meio da expansão das pernas do rebite sobre uma matriz (Yang et al., 2022).

Essa tecnologia permite a montagem de estruturas leves e rígidas, atendendo às exigências por veículos mais eficientes e sustentáveis. Quando combinada com adesivos, a rebiteagem pode melhorar o desempenho mecânico e a resistência à corrosão das juntas. Além disso, os SPRs são especialmente úteis na união de materiais distintos, como alumínio e aço, comuns em estruturas automotivas modernas (Ibrahim, 2023).

Como alternativa, a ligação por adesivos industriais também oferece alta resistência e bom desempenho à fadiga, especialmente em uniões entre diferentes materiais e aplicações que exigem acabamento superficial liso. No entanto, sua aplicação requer condições específicas, como superfícies limpas e secas, e pode apresentar limitações em ambientes de alta temperatura. Já a rebiteagem se destaca pela versatilidade, rapidez e possibilidade de automação, embora possa ser menos adequada para uniões de materiais distintos e gerar acabamentos mais rústicos. Assim, a escolha entre adesivo e rebiteagem depende dos requisitos técnicos, das características dos materiais e das condições operacionais da aplicação (Ibrahim, 2023).

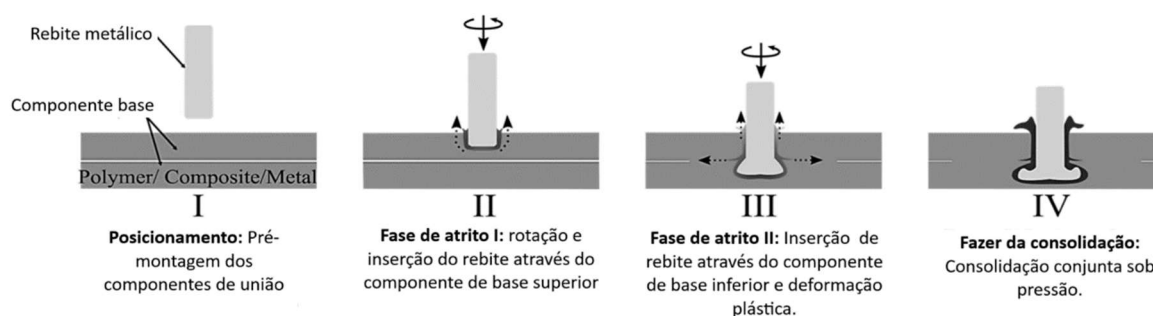
Na indústria aeronáutica, a fabricação de estruturas utilizando rebites é um processo crucial para a montagem de aeronaves. Este método é comum, devido à sua capacidade de fornecer uma conexão forte e durável entre as peças, mesmo em ambientes de alta pressão e vibração sofrida pelo produto em serviço (Lei & Li, 2020).

Cada método de fixação tem suas próprias vantagens e desvantagens, dos quais o método mais adequado deve ser escolhido com base nas necessidades específicas da aplicação. A rebiteagem é resistente, enquanto a soldagem é rápida e requer menos matéria-prima. Portanto, é importante considerar as características da aplicação, como a força necessária, a facilidade de montagem e desmontagem, a resistência à corrosão, entre outros fatores, para escolher o método de fixação mais adequado (Ding et al., 2022).

Uma outra técnica de união, conforme demonstrado na Figura 4, é a rebiteagem por fricção, que se baseia na geração de calor por atrito, a partir da rotação e inserção do rebite, resultando na deformação plástica da extremidade metálica e na fixação mecânica das peças. Esse processo permite diferentes configurações de junta, como inserção metálica em polímeros e uniões sobrepostas entre materiais diversos. Na geometria sobreposta, a fixação pode ocorrer com ou sem furo passante, sendo esta última conhecida como Rebiteagem por Fricção Direta. Devido à resistência e durabilidade das juntas formadas, a técnica tem sido aplicada em setores como o aeronáutico, automotivo e naval (Borba et al., 2019).

Figura 4

Descrição esquemática do processo de rebiteagem por fricção



Fonte: Borba et al., 2019 (p 4).

A resistência mecânica é um parâmetro essencial na avaliação da qualidade das juntas rebiteadas por fricção. O excesso de força de atrito e pressão de fixação pode gerar deformações indesejadas na ponta do rebite, comprometendo a eficiência da ancoragem e reduzindo a resistência da junta em até 31%. A adequada configuração dos parâmetros do processo é, portanto, fundamental para garantir desempenho mecânico e durabilidade (Borba et al., 2019).

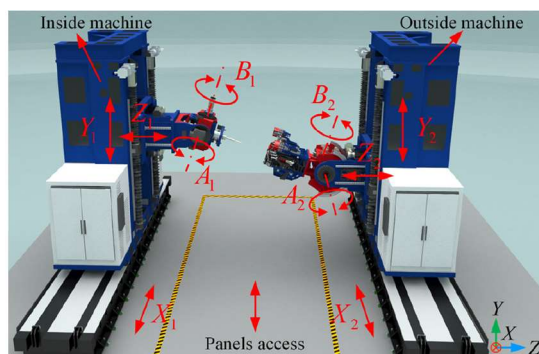
Na indústria automotiva, embora diversas técnicas de união estejam disponíveis, a rebiteagem autoperfurante (SPR) é amplamente adotada por permitir a união eficaz de metais distintos, sem necessidade de perfuração prévia, mesmo em diferentes espessuras (Kotadia et al., 2019).

A automação destaca-se como um processo de rebiteagem promissor, empregando sistemas horizontais e verticais de atuação dupla. Esses sistemas, baseados em controle por observador de perturbação (DOB), são capazes de operar com precisão em painéis com diferentes curvaturas e dimensões (Figura 5). Essa tecnologia, já empregada na indústria aeronáutica, possui potencial de adaptação para outros setores, como o de carrocerias e a construção civil (Liu et al., 2019).

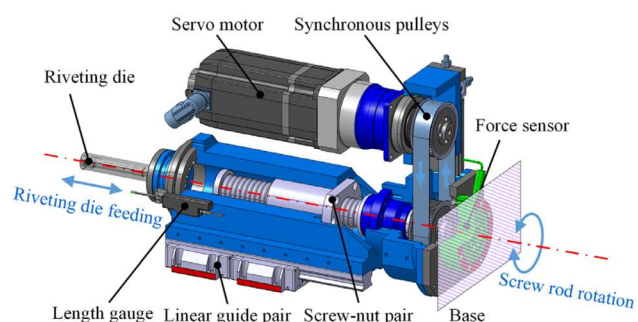
A principal vantagem desse modelo é o processo da rebiteagem de forma automática e eficiente, o que reduz significativamente o ciclo de fabricação em linhas de montagem. O sistema conta com duas máquinas de cinco eixos que operam de forma cooperativa, criando um espaço de trabalho aberto e permitindo o uso de atuadores de fixação independentes, o que assegura a qualidade do processo (Liu et al., 2019).

Figura 5

Sistema de perfuração e rebiteagem com máquina dupla



Fonte: (Liu et al., 2019).



O estudo demonstra que o uso de um controlador de força baseado em observador de perturbação (DOB) aprimora significativamente a precisão da rebiteagem automática. Esse método transforma o desafio de compensação de deformações em um problema de controle de força, permitindo que o atuador regule a saída com elevada precisão, evitando falhas como o cisalhamento durante a fixação. O sistema combina o DOB com um controlador *feedforward* para manter a estabilidade mesmo diante de variações nos parâmetros do modelo, alcançando precisão de rebiteagem de até $\pm 0,02$ mm. Embora originalmente aplicado à montagem de painéis aeronáuticos, o método apresenta potencial de adaptação para outros setores que demandam alta precisão, desde que submetido a validações específicas.

Ainda no setor aeronáutico (Mei & Zhu, 2021), a utilização da célula HDDRCell como sistema automatizado de perfuração e rebiteagem com máquina dupla e operação coordenada. Este equipamento integra uma ferramenta de perfuração externa com um gabarito flexível para posicionamento preciso de painéis e componentes estruturais da aeronave. Desenvolvida para processos de união de peças complexas, a célula visa oferecer uma solução automatizada para perfuração, rebiteagem e fresamento de bordas. O sistema emprega um método de posicionamento de alta precisão baseado em servo multisensor com câmera única, capaz de alinhar o ponto central da ferramenta (TCP) aos furos de referência, alcançando precisão de até 0,05 mm. Tal desempenho atende aos rigorosos requisitos de montagem da indústria aeronáutica.

Na indústria aeronáutica, destacam-se técnicas avançadas de união de peças metálicas, como a Laser Beam Welding (LBW) — que utiliza feixe de laser para soldagem de alta precisão e resistência — e a Friction Stir Welding (FSW) — método que une materiais por fricção e pressão, sem fundição completa, produzindo juntas de elevada resistência. Essas tecnologias, além de seu uso aeronáutico, também são aplicadas em outros setores, como na fabricação de carrocerias automotivas.

Em comparação com métodos tradicionais, como a rebiteagem manual, essas técnicas oferecem vantagens significativas, incluindo maior eficiência, qualidade estrutural, redução de peso e desempenho superior. Sua adaptação à indústria automotiva é viável, especialmente em projetos que priorizem leveza e resistência mecânica (Tierney et al., 2020).

No âmbito da fabricação de carroceiras, a soldagem por resistência elétrica é um processo amplamente utilizado, baseado na aplicação de calor e pressão para unir metais. Uma corrente elétrica passa pelas peças, gerando calor que amolece as bordas, que são então pressionadas para formar a junta soldada. Essa técnica é comumente empregada na união de chapas de aço em painéis de carrocerias, mas também pode ser aplicada a ligas de alumínio, embora com maior dificuldade devido à sua alta condutividade térmica, baixo ponto de fusão e camada superficial de óxido (Mori & Abe, 2018).

Segundo ao autor, as chapas de alumínio e aço de alta resistência mecânica são essenciais na fabricação de veículos, pois combinam leveza e resistência mecânica, contribuindo para a redução de peso sem comprometer a segurança. A soldagem por resistência elétrica apresenta vantagens, como a dispensa de materiais adicionais (parafusos ou adesivos), reduzindo custos e peso do veículo.

2.3.1 Filosofias LEAN na fabricação de carrocerias

O conceito do Lean Manufacturing, desenvolvido pela Toyota Motors Corporation entre as décadas de 1940 e 1950, fundamenta-se no aprimoramento contínuo dos processos produtivos, visando reduzir desperdícios e aumentar a produtividade sem comprometer a qualidade

(Ramasahayam et al., 2023). Esta filosofia baseia-se em cinco princípios fundamentais: (1) Valor, que define o que é importante para o cliente; (2) Fluxo de Valor, que identifica e elimina operações que não agregam valor; (3) Fluxo Contínuo, que assegura a fluidez do processo produtivo; (4) Produção Puxada, que orienta a fabricação conforme a demanda real; e (5) Perfeição, que busca a melhoria constante em todos os níveis organizacionais.

Neste contexto, o Mapa de Fluxo de Valor (VSM) destaca-se como uma ferramenta essencial para análise e otimização de processos em PMEs, permitindo mapear visualmente o fluxo de materiais e informações desde a matéria-prima até o produto final. O VSM identifica atividades que agregam valor (VA) e as que não agregam (NVA), possibilitando a eliminação de desperdícios como gargalos, estoques excessivos e retrabalhos, além de melhorar a eficiência e reduzir tempos de ciclo (Huang et al., 2022). Esta ferramenta ainda facilita a visualização das relações entre as etapas produtivas, promove a transparência dos processos e auxilia no alinhamento entre produção e demandas dos clientes, consolidando-se como um instrumento estratégico para a maximização da eficiência operacional e a entrega de maior valor ao cliente.

Em um estudo realizado na organização Delta-Waseca (Ramasahayam et al., 2023), uma empresa automobilística de médio porte localizada no centro-sul de Minnesota, especializada na fabricação de carrocerias para reboques de caminhões com comprimentos de 18 a 30 pés, enfrentava problemas como: longos prazos de entrega, baixas taxas de produção, problemas com fluxo de materiais, layout não linear, atrasos nas entregas dos clientes e baixa qualidade. Para resolver esses problemas, desenvolveu-se uma metodologia que envolveu a aplicação de técnicas de melhoria de processos em estações de trabalho com baixa eficiência.

Utilizando uma variedade de métodos, incluindo análise de tempo, análise de movimento, procedimentos de trabalho padrão (SWP), análise de fluxo de valor, 5S, layout de valor e análise de gargalos, a análise foi realizada nas principais células de gargalo. Portanto, a abordagem desta indústria de caminhões na manufatura pôde ser melhorada por meio da aplicação de técnicas de melhoria de processos, com o objetivo de aumentar a eficiência, economizar custos e melhorar a satisfação do cliente (Ramasahayam et al., 2023).

As tendências atuais são desafiadoras para empresas de pequeno e médio porte (PME), uma vez que para manter sua sustentabilidade, faz-se necessário produzir maior quantidade em menos tempo e em muitos casos, fornecer itens customizados de forma a atender a satisfação do cliente (Huang et al., 2022).

Assim, as organizações buscam utilizar metodologias de *Lean manufacturing* que possam aumentar sua produtividade e melhorar o desempenho junto ao cenário da economia global. A escolha de ferramentas ideais para este processo de melhoria contínua tem sido um desafio para as

PME do segmento automotivo, tendo em vista que as atividades repetitivas são as mais difíceis de analisar, em virtude das interrupções, variações de tamanho dos produtos, falta de padronização entre outros fatores (Poswa et al., 2022).

A manufatura enxuta é especialmente importante para as PMEs que fabricam itens metálicos por diversos motivos específicos a esse setor (Huang et al., 2022):

a) **Redução de desperdícios de material:** Na produção de produtos metálicos, a matéria-prima pode representar uma parte significativa dos custos. A manufatura enxuta ajuda a identificar e eliminar desperdícios de material, reduzindo custos e aumentando a eficiência.

b) **Melhoria da eficiência na produção:** A manufatura enxuta permite que as PMEs de produtos metálicos otimizem seus processos de fabricação, reduzindo tempos de setup, melhorando o fluxo de produção e aumentando a produtividade.

c) **Controle de qualidade:** A manufatura enxuta enfatiza a importância da qualidade em todos os processos. Para empresas do segmento, é fundamental garantir a qualidade e atender às especificações dos clientes e garantir a satisfação do mercado

d) **Flexibilidade para demandas variáveis:** Com a manufatura enxuta, os processo fabris podem se tornar mais flexíveis para lidar com demandas variáveis de mercado, ajustando rapidamente a produção conforme necessário.

e) **Competitividade no mercado:** Ao implementar tais práticas é possível melhorar a competitividade, oferecendo produtos de alta qualidade a preços competitivos, o que é essencial em um mercado exigente e concorrido.

2.4 GESTÃO DE PROCESSOS NA INOVAÇÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL

A gestão de processos exerce papel fundamental na promoção do desenvolvimento organizacional, atuando como elemento facilitador na implementação e sustentação de iniciativas de inovação. Utilizando-se de algumas ferramentas, a gestão promove as adaptações necessárias nos processos de melhoria e inovação (Dziallas & Blind, 2019), conforme demonstra a tabela (Tabela 1).

Tabela 1

Ferramentas Gestão de Processos

Ferramenta	Descrição
Estruturação e organização	Uma gestão eficaz de processos estabelece uma estrutura clara e organizada para as atividades de inovação, definindo responsabilidades, fluxos de trabalho e prazos, o que facilita a implementação de novas ideias e projetos.

Foco na eficiência	Busca aprimorar a eficiência operacional, eliminando desperdícios, gargalos e redundâncias, liberando recursos e tempo para atividades de inovação e desenvolvimento de novas soluções.
Padronização e melhoria contínua	A padronização de práticas e procedimentos permite replicar sucessos passados e identificar áreas de melhoria, criando um ambiente favorável à inovação, com práticas constantemente aprimoradas.
Gestão de riscos	Protocolos de avaliação e monitoramento de riscos permitem lidar de forma mais eficaz com desafios e incertezas da inovação.
Cultura de inovação	Processos desenhados para incentivar experimentação, criatividade, colaboração e aprendizagem contínua, fortalecendo o ambiente de geração e aplicação de ideias inovadoras.

Fonte: Os autores (2025).

Portanto, a gestão de processos desempenha um papel fundamental na criação de um ambiente favorável à inovação, garantindo que as iniciativas sejam planejadas, executadas e monitoradas de forma eficaz e eficiente.

Deste modo, é fundamental que as organizações desenvolvam estratégias que favoreçam sua navegabilidade no mercado dinâmico e complexo, capitalizem oportunidades, mitiguem riscos e avancem com crescimento sustentável. Ao desenvolver e executar estratégias eficazes que se alinhem com os objetivos organizacionais e as realidades do mercado, as organizações podem aumentar a sua competitividade, criar valor para as partes interessadas e prosperar em cenários competitivos (Matt et al., 2020).

A gestão de processos na indústria, está diretamente correlacionada com a utilização de coleta de dados para que estes possibilitem tomadas de decisões assertivas e coerentes com o objetivo das organizações (Javaid et al., 2021). De acordo com os autores, estes dados podem ser coletados por sensores que desempenham um papel fundamental na automação e no monitoramento de processos fabris, permitindo muitas vezes a análise em tempo real sobre pontos de monitoramento como pressão, temperatura, fluxo, recebimento de matéria-prima, quantidade de itens fabricados entre outras. Estas informações são essenciais para otimizar a eficiência operacional, identificar falhas, prever manutenções e tomar decisões baseadas em informações precisas.

Observa-se que os processos de modernização ofertados no decorrer da história, contou com alguns atores fundamentais desde a primeira Revolução Industrial até a Indústria 5.0, os colaboradores, empreendedores, poder público e consumidor.

Avaliando-se o cenário atual de competitividade, observa-se que a transformação digital leva as empresas a repensarem seus processos de negócios tradicionais e a adotar abordagens mais

flexíveis e ágeis, promovendo a inovação e a adaptação às demandas do ambiente digital (Baiyere et al., 2020). A atenção plena dos atores envolvidos na transformação digital é essencial para lidar com a incerteza e as constantes mudanças que caracterizam esse processo. A capacidade de manter o foco, consciência e a adaptabilidade diante de desafios imprevistos é crucial para o sucesso da transformação.

Neste cenário, surge um ator de alta relevância que é a robótica colaborativa, um campo da robótica onde os robôs são projetados para trabalhar ao lado de humanos em um espaço de trabalho compartilhado (Matt et al., 2020). Ao contrário dos robôs industriais tradicionais, que muitas vezes operam afixados por razões de segurança, os robôs colaborativos destinam-se a interagir com os humanos de uma forma segura e eficiente. Estes robôs estão equipados com sensores e tecnologia avançados que lhes permitem detectar e responder à presença de humanos, garantindo uma colaboração segura. Esta tecnologia visa combinar os pontos fortes dos trabalhadores humanos com a precisão e repetibilidade dos robôs para criar um ambiente de trabalho mais eficiente e harmonioso.

Com a estratégia de utilização da Indústria 4.0 e com a aplicação da automação e robótica (Matt et al., 2020), a gestão de processos serve como um quadro tático para as organizações planejarem, implementarem e otimizarem a integração da robótica colaborativa e das novas tecnologias em suas operações. Ao alinhar os princípios de gestão de processos com os avanços tecnológicos, as organizações podem impulsionar a inovação, melhorar a eficiência operacional e alcançar um crescimento sustentável na era da produção inteligente. Este processo requer uma mudança cultural tal que se que possa romper barreiras da inércia organizacional e obter a adesão dos colaboradores.

A adaptação da força de trabalho às mudanças tecnológicas e a aquisição de novas habilidades fortalecem a gestão de processos e a inovação, especialmente quando o conhecimento empírico integra a cultura organizacional. Nesse cenário, a gestão de processos utiliza a observação e a análise da experiência produtiva como base para melhorias contínuas, consolidando o conhecimento como elemento propulsor da inovação e da eficácia organizacional.(Woltjer et al., 2021).

Um estudo realizado nos Clusters de Competitividade da Indústria de Defesa Croata (CDICC) revela que o conhecimento contribuiu ativamente para o desempenho inovador de seus membros (Jurčić et al., 2020) . O estudo também destaca a importância dos clusters industriais na promoção da inovação e da competitividade, pois o desenvolvimento é retroalimentado pelo conhecimento, assim como o contrário.

No entanto, a análise revelou que o armazenamento e a disseminação do conhecimento não são suficientemente apoiados pelo CDICC, tendo em vista que não existe uma fonte documental,

como base de armazenamento, face à importância destas informações para a continuidade da melhoria dos processos desta indústria.

Mesmo em ambientes automatizados, decisões operacionais dependem do conhecimento empírico dos colaboradores. A automação cognitiva contribui ao fornecer informações em tempo real, reduzindo a carga cognitiva e aumentando a produtividade. As atividades cognitivas podem ser baseadas em habilidades, regras ou conhecimento. No contexto do CDICC, recomenda-se otimizar o armazenamento e a disseminação do conhecimento, explorando plenamente os benefícios do cluster e abordando causas que limitam sua relação com o desempenho do produto (Jurčić et al., 2020).

As práticas de aplicação do conhecimento permeiam positivamente a relação entre geração de conhecimento, difusão de conhecimento, armazenamento de conhecimento e inovação empresarial. Isto sugere que a aplicação do conhecimento é um fator crucial na relação entre as práticas de gestão e inovação empresarial. Em outras palavras, as práticas de gestão do conhecimento por si só podem não ser suficientes para impulsionar a inovação empresarial. É necessário sua aplicação, que por sua vez e em última análise, leva à inovação (Ode & Ayavoo, 2020).

Os principais fatores facilitadores da gestão do conhecimento são caracterizados como fatores de influência que podem agilizar as atividades. Esses fatores incluem estrutura organizacional, cultura e tecnologia. A gestão do conhecimento é o processo de usar etapas meticulosas para adquirir, projetar, gerenciar e compartilhar conhecimento dentro de uma organização e alcançar o melhor desempenho, com redução de retrabalho e uso de melhores práticas (Abubakar et al., 2019).

É construída em torno de interações de diversas entidades que resultam em conhecimento social. Portanto, os autores sugerem que a gestão do conhecimento é um componente essencial da Indústria 4.0. A criação de conhecimento envolve a criação de novas noções e conceitos, interagindo com as pessoas por meio de conhecimento explícito.

Considerando as mudanças nas preferências dos clientes e o ambiente de negócios dinâmico, as organizações precisam gerenciar os conhecimento de funcionários, clientes e fornecedores, para que eles possam continuamente melhorar a qualidade de seus produtos e serviços (Abbas & Sağsan, 2019). A aquisição deste, também permitirá que as empresas capitalizem os seus pontos fortes e revejam suas fraquezas.

Adquirido o conhecimento, ele deve ser compartilhado com colegas, especialmente aqueles em departamentos relevantes. Organizações que aprendem a incentivar seus funcionários a participarem ativamente de diferentes questões organizacionais, possuem grande diferencial.

A gestão do conhecimento é um antecedente importante da capacidade de inovação de uma empresa. Por meio do conhecimento, as organizações podem experimentar vantagens competitivas na busca pela inovação (Ode & Ayavoo, 2020). Naturalmente, na maior parte do conhecimento os

recursos são dinâmicos e intangíveis, com características únicas que tornam a vantagem competitiva sustentável. Visando alcançar o desenvolvimento sustentável, as organizações devem garantir a implementação de todos os processos de GC, nomeadamente a criação, aquisição, partilha e aplicação de conhecimento.

Outrossim, destaca-se o papel da inovação verde, que desempenha uma função essencial ao promover o desenvolvimento de produtos, processos e tecnologias que minimizem impactos ambientais, reduzam o consumo de recursos e controlem resíduos e poluição. Sua efetividade está diretamente relacionada à gestão do conhecimento, que facilita a criação, o compartilhamento e a aplicação de competências necessárias à sustentabilidade. Essa relação é interdependente, pois a inovação verde atua como catalisadora do desenvolvimento sustentável, enquanto a gestão do conhecimento potencializa sua implementação, gerando benefícios econômicos, sociais e ambientais (Abbas & Sağsan, 2019).

Tais melhorias visam mitigar a utilização de recursos naturais como fonte de consumo e capitalização de recursos renováveis, minimizando o desperdício. Os produtos oriundos da inovação verde concentram-se na modificação do design e concepção, e utilizam materiais renováveis ou não tóxicos em processo de produção, para que não só a eficiência energética possa ser alcançada, mas o impacto do descarte no meio ambiente também possa ser reduzido.

A gestão do conhecimento fornece a base para aprimorar os processos produtivos e disseminar práticas inovadoras e sustentáveis, enquanto a gestão de processos oferece a estrutura necessária para incorporar essas inovações de forma eficiente. Por sua vez, a inovação verde, promove ganhos ambientais e econômicos ao reduzir desperdícios e otimizar recursos, sendo viabilizada por uma gestão eficaz do conhecimento. Assim, a articulação sinérgica entre esses pilares resulta em maior eficiência organizacional, adaptabilidade às demandas do mercado e consolidação de uma vantagem competitiva sustentável. (Jones & Linderman, 2014).

2.4.1 Gestão de Processos na Indústria

No contexto da transformação digital na indústria, a introdução de tecnologias como a Inteligência Artificial e a Automação (do inglês, *Robotics, Artificial Intelligence, and Automation, RAIA*) tem gerado percepções ambíguas entre os trabalhadores, especialmente em ambientes produtivos onde ainda predominam processos manuais. Os colaboradores tendem a perceber a RAIA como uma ferramenta que oferece tanto oportunidades quanto ameaças. Por um lado, reconhece-se o potencial da automação inteligente para assumir tarefas repetitivas e operacionais, o que permitiria aos profissionais concentrar-se em atividades de maior valor agregado, como o atendimento ao cliente e o desenvolvimento de soluções criativas. Por outro lado, há uma preocupação recorrente quanto à

segurança no emprego, motivada pelo receio de substituição da mão de obra por sistemas automatizados. (Bhargava et al., 2021).

A insegurança laboral associada à adoção da RAIA, decorre da percepção de ameaça à continuidade dos empregos, especialmente em contextos onde faltam políticas de requalificação ou integração tecnológica centradas nas pessoas. Isso reforça a importância de estratégias organizacionais que conciliem inovação com gestão de pessoas, promovendo transições seguras e inclusivas. As organizações devem comunicar claramente as mudanças, preparar equipes qualificadas, adotar algoritmos imparciais e avaliar cuidadosamente as ferramentas antes da implantação da RAIA, visando minimizar impactos negativos e ampliar a eficiência. Nesse cenário, a gestão de processos torna-se essencial para estruturar a transição da manufatura manual para a automação de forma eficaz e alinhada aos objetivos estratégicos da organização (Bhargava et al., 2021).

A gestão exige uma abordagem abrangente que envolva a análise detalhada dos processos existentes, a identificação de oportunidades de melhoria, a definição de metas claras, a reconfiguração dos fluxos de trabalho, bem como o treinamento contínuo dos colaboradores e o monitoramento sistemático dos resultados. Especificamente no caso do processo de rebiteagem, embora a automação exija investimentos significativos em tecnologia, programação e manutenção, seus benefícios podem ser substanciais, sobretudo em termos de padronização e produtividade. Em ambos os cenários, a gestão de processos permanece essencial, quer seja para garantir a eficácia da automação, quer seja para otimizar práticas manuais, assegurando qualidade, eficiência operacional, segurança e a consolidação de uma cultura de melhoria contínua. (Ghadge & Chakrabarti, 2020).

Desta maneira, a introdução da Inteligência Artificial e Automação (RAIA) no ambiente industrial representa não apenas uma transformação tecnológica, mas também uma reestruturação profunda dos processos organizacionais. Ao promover a padronização, o treinamento contínuo e a melhoria dos fluxos de trabalho, a gestão de processos contribui para uma transição sustentável, minimizando resistências e maximizando os ganhos em produtividade, qualidade e inovação. Assim, a sinergia entre RAIA, manufatura manual e gestão de processos se revela essencial para consolidar um modelo de produção mais competitivo, inteligente e adaptável às exigências do cenário industrial contemporâneo. (Bhargava et al., 2021).

Na indústria aeronáutica, a gestão de processos possui uma função de grande importância no sistema de colaboração humanos-robô, e é fundamental para garantir a eficácia, eficiência e segurança das operações realizadas. Desempenha um papel crucial na coordenação e otimização das atividades realizadas em um ambiente colaborativo, garantindo a administração das atividades, a segurança dos operadores, a conformidade com normas e regulamentos, a integração de tecnologias e a melhoria contínua da produtividade e eficiência das operações realizadas (Rainer et al., 2018).

Este processo utilizado eficazmente na fabricação de aeronaves, pode ser adaptado e aplicado na manufatura automobilística. Ambas as indústrias compartilham desafios semelhantes em termos de complexidade das tarefas, necessidade de precisão, segurança dos operadores e eficiência na produção.

Suas contribuições resultaram sobretudo em novos produtos na indústria, especialmente no desenvolvimento de itens inovadores, avanços em processos de uniões como soldagem por fricção, rebitagem, criação de juntas sólidas entre outros, personalização e flexibilidade no design, redução de peso, aumento de eficiência e sustentabilidade e responsabilidade ambiental. Essas inovações impulsionam a evolução industrial, promovendo a criação de produtos mais eficientes e sustentáveis.

Desse modo, é possível afirmar que as ferramentas de gestão de processos são essenciais para a evolução industrial, pois promove a melhoria contínua, a redução de custos, aumento da qualidade, agilidade, inovação e competitividade das organizações, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento sustentável. É um elemento-chave para impulsionar o progresso e a transformação positiva na indústria (Buffa et al., 2022).

2.4.2 O papel da Gestão de Pessoas na Gestão de Processos

A relação entre gestão de processos e gestão de recursos humanos (RH) é fundamental para o sucesso organizacional especialmente em ambientes que buscam eficiência e melhoria contínua, como na manufatura enxuta, pois ambas as áreas interagem e se complementam de várias maneiras (Rainer et al., 2018). Melhorar a manufatura enxuta por meio da gestão de colaboradores envolve várias estratégias que visam engajar, capacitar e motivar os funcionários, garantindo que contribuam ativamente para a eliminação de desperdícios e melhoria contínua dos processos.

A Indústria 5.0 e as metodologias *Lean* compartilham de várias convergências, especialmente no que diz respeito à valorização do ser humano, à eficiência dos processos e à busca por um ambiente de trabalho sustentável e colaborativo. Dentre estas correspondências, destacam-se o foco no ser humano, colaboração homem-máquina, sustentabilidade, personalização, flexibilidade e cultura organizacional. A integração dessas abordagens pode resultar em processos produtivos mais eficientes, inovadores e adaptáveis às necessidades do mercado e dos trabalhadores (Lu et al., 2022).

A aplicação de metodologias *lean* em fabricação de produtos em pequenos lotes, feitos sob demanda, requer que todas as áreas estejam interligadas em diversos aspectos. Neste sentido, é de grande valia que os colaboradores compreendam detalhadamente o processo, de modo a evitar retrabalhos e desperdícios (Huang et al., 2022).

A gestão de pessoas é fundamental para o sucesso dos processos fabris, pois impacta diretamente na produtividade, qualidade, inovação e a cultura organizacional. Uma abordagem eficaz

na gestão de pessoas pode levar à melhorias significativas na eficiência e na competitividade da empresa, pois os colaboradores são um dos principais ativos de qualquer organização de natureza fabril (Ramasahayam et al., 2023). Melhorar a manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*) com a gestão de colaboradores é uma abordagem eficaz que pode resultar em maior eficiência, redução de desperdícios e aumento da qualidade (Rainer et al., 2018).

Uma organização, ao decidir aplicar as metodologias *lean* em seu processo, deve compreender que o desenvolvimento por competência do corpo colaborativo, torna-se essencial para o sucesso da iniciativa. A integração destes princípios pode aprimorar as técnicas utilizadas no meio fabril, reduzir desperdícios e alcançar níveis mais elevados de desempenho e competitividade (Buffa et al., 2022). A adoção dessas abordagens pode resultar em processos produtivos mais eficientes, inovadores e adaptáveis às necessidades do mercado e dos trabalhadores.

A eficácia na gestão de processos depende da capacidade de uma força de trabalho bem treinada, motivada e alinhada com os objetivos organizacionais, enquanto a gestão de recursos humanos se beneficia de processos eficientes que permitem um melhor desempenho organizacional. Essa sinergia é essencial para o sucesso a longo prazo de qualquer organização. Neste contexto, destacam-se alguns pontos, sendo eles o alinhamento de objetivos, desenvolvimento de competências, engajamento e motivação, comunicação e colaboração, gestão de desempenho, mudança organizacional, cultura organizacional e retenção de talentos (Ghadge & Chakrabarti, 2020).

No processo de fabricação e rebitagem, os colaboradores desempenham um papel importante na operação, contribuindo para a eficiência, segurança e qualidade do processo. Desta forma, algumas práticas podem colaborar com a melhoria dos métodos fabris, tratando-se de treinamento e capacitação, segurança no trabalho, motivação e engajamento, trabalho em equipe, *feedback* e melhoria contínua, gestão de desempenho, adaptação às mudanças e incorporação de tecnologia (Rainer et al., 2018).

A gestão de processos, ao englobar atividades como design, melhoria e controle, exerce influência direta sobre a eficiência e a capacidade de inovação das organizações, oferecendo a estrutura necessária para implementar práticas inovadoras em contextos competitivos. Paralelamente, a gestão de pessoas tem papel estratégico ao fomentar uma cultura organizacional voltada à experimentação, criatividade e adaptação a mudanças, aspectos essenciais para o desenvolvimento de novas soluções. A inovação em processos, sobretudo aquela baseada em aprendizagem organizacional, depende de competências humanas como autonomia e pensamento crítico, sendo fortalecida por práticas de open innovation, colaboração e aprendizado contínuo, que ampliam a eficácia das ações inovadoras na gestão de processos (Jones & Linderman, 2014).

A integração dessas disciplinas é essencial para o desenvolvimento de sistemas de produção que não apenas atendam às necessidades operacionais, mas também promovam um ambiente de trabalho saudável e motivador (Lu et al., 2022). Essa colaboração é especialmente importante em contextos de produção onde a centralidade baseia-se na entrega com a melhor qualidade, bem como no bem estar dos colaboradores, que é um componente crítico para a prosperidade da sociedade, influenciando não apenas a qualidade de vida dos indivíduos, mas também a eficiência econômica e a sustentabilidade das práticas de produção.

A colaboração entre funcionários é basilar para a melhoria da qualidade dos produtos e para o sucesso organizacional, especialmente em empresas de pequeno e médio porte. A colaboração efetiva promove o compartilhamento de conhecimento, a comunicação mais eficiente e a participação ativa dos trabalhadores no processo de design e adaptação das práticas de trabalho, o que resulta em produtos de melhor qualidade e em uma organização mais ágil e inovadora. Além disso, o envolvimento dos trabalhadores na tomada de decisão e no desenvolvimento de suas competências aumenta o comprometimento, a satisfação e a produtividade, fatores que contribuem diretamente para o sucesso da empresa (Kaasinen et al., 2020).

A integração entre gestão de processos e gestão de recursos humanos é fundamental para o sucesso organizacional, principalmente em ambientes que priorizam eficiência e melhoria contínua, como a manufatura enxuta. Essa sinergia não só aumenta a produtividade e a qualidade, mas também fortalece a cultura organizacional e o engajamento dos colaboradores. Ao combinar metodologias *lean* com o desenvolvimento de competências e o alinhamento de objetivos, as empresas reduzem desperdícios, elevam a eficiência e promovem um ambiente de trabalho mais sustentável e colaborativo (Huang et al., 2022).

2.4.3 Segurança do Trabalho na Indústria

A segurança na produção industrial desempenha um papel fundamental na melhoria das condições de trabalho, quer seja na fabricação de aeronaves ou caminhões, especialmente no que diz respeito ao uso contínuo de ferramentas como as rebiteadeiras e furadeiras. O uso prolongado destes equipamentos pode resultar em várias consequências negativas para os trabalhadores, especialmente em relação às vibrações nas mãos e nos braços. Em decorrência do uso prolongado, podem surgir algumas consequências como: Síndrome da Vibração Mão-Braço (HAVS) que se trata de uma condição que afeta os músculos, ossos, articulações, vasos sanguíneos e nervos das mãos e dos braços devido à exposição crônica às vibrações. *Danos musculoesqueléticos*: fadiga muscular, dor e possíveis lesões por esforço repetitivo. *Neuropatia sensorial*: a exposição prolongada às vibrações da rebiteadeira pode levar ao dano das fibras nervosas sensoriais e dos mecanorreceptores da pele nas mãos, resultando

em sintomas como dormência, formigamento e neuropatia sensorial. *Redução da capacidade funcional*: a fadiga muscular e os danos musculoesqueléticos causados pelas vibrações da rebiteadeira podem reduzir a capacidade funcional das mãos e dos braços dos trabalhadores, afetando sua produtividade e qualidade de vida. (Vi, 2020).

As ferramentas mais comumente associadas às síndromes acima, incluem martelos pneumáticos, rebiteadeiras, serras elétricas, lixadeiras, motosserras, parafusadeiras pneumáticas e outras ferramentas que geram vibrações transmitidas às mãos e aos braços. É essencial que os trabalhadores nessas indústrias estejam cientes dos riscos associados à exposição às vibrações e adotem medidas de prevenção para proteger sua saúde. (Vi et al., 2022).

No setor aeronáutico, como solução ergonômica para reduzir a exposição dos trabalhadores a vibrações e esforços físicos intensos, tem sido utilizado os equipamentos de exoesqueletos (Figura 6). Essas estruturas mecânicas vestíveis oferecem suporte aos membros superiores durante tarefas repetitivas ou em posições desconfortáveis, como rebiteagem e montagem. Com componentes passivos, como molas e amortecedores, armazenam e redistribuem energia sem a necessidade de motores ou alimentação elétrica, contribuindo para a prevenção de fadiga muscular e lesões, promovendo maior conforto e segurança no ambiente de trabalho (Jorgensen et al., 2022).

Figura 6

Fotografias do uso de Exoesqueleto no processo de rebiteagem na indústria aeronáutica



Fonte: Jorgensen, 2022

Outro ponto de atenção no que se refere a segurança do trabalho em células e rebiteagem, é o excesso de ruídos intensos, devido a natureza de união de peças metálicas, o que pode causar danos à saúde dos trabalhadores, como perda auditiva, estresse, fadiga e dificuldades de comunicação. Para mitigar esses riscos, é fundamental adotar medidas preventivas, como uso de protetores auditivos, manutenção adequada dos equipamentos e práticas ergonômicas. Tais práticas incluem

treinamentos, avaliações ergonômicas, pausas ativas e rotação de tarefas, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro, saudável e produtivo (Weier, 2020).

Em ambientes industriais, é comum a ausência de climatização em células fabris, que visam minimizar elevadas temperaturas oriundas das próprias atividades laborais ou em virtude da estação do ano, especialmente em pequenas e médias empresas ou em instalações mais antigas. Muitas instalações industriais utilizam sistemas de ventilação natural ou passiva, como ventilação de cumeeira, em vez de sistemas mecânicos de resfriamento ou climatização. Essa preferência se deve, muitas vezes, a questões de custo, simplicidade de manutenção ou limitações estruturais, tornando a climatização não uma prática comum em muitas células de produção ou armazenamento. (Y. He et al., 2002).

Em empresas de natureza familiar, ambientes quentes representam uma maior vulnerabilidade, devido à menor capacidade de infraestrutura e recursos para implementar medidas de controle térmico e segurança (Sharyy et al., 2022). Isso reforça a necessidade de ampliar o sistema de ventilação e buscar por trajas adequados as atividades exercidas.

Ambientes com temperaturas elevadas, com maior necessidade de ventilação podem afetar o desempenho dos colaboradores, aumentando a fadiga, exaustão, aumentando o número de ausências e *turnover*, redução do rendimento cognitivo, e redução da eficiência operacional. Para mitigar os efeitos das altas temperaturas, é importante implementar soluções como ventilação adequada, refrigeração, pausas regulares e monitoramento das condições de trabalho. Em alguns casos, pode-se analisar a redução da jornada de trabalho. Essas práticas não apenas promovem a saúde e o bem-estar, mas também garantem a manutenção de um alto desempenho no trabalho. (Y. He et al., 2002).

Visando melhorar o conforto térmico de trabalhadores em ambientes industriais, onde a temperatura era 31 °C, foram desenvolvidas vestimentas de resfriamento por mudança de fase (PCCG - *Phase Change Cooling Garment*). Essas vestimentas (Figura 7) são confeccionadas com algodão leve e contêm bolsos com pacotes de cera de parafina encapsulada, que possuem ponto de fusão de 22 °C e atuam absorvendo ou liberando calor durante a mudança de estado físico. O uso da PCCG pode aumentar o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores em até 19%, além de reduzir a necessidade de pausas, o uso de ar-condicionado e promover maior flexibilidade e conforto no ambiente laboral (Wang et al., 2023).

Figura 7

Fotografias das vestimentas de resfriamento por mudanças de fases (PCCG)



Fonte: (Wang et al., 2023).

A segurança na produção industrial é um pilar essencial para garantir condições de trabalho adequadas, especialmente em setores como a fabricação de aeronaves e caminhões, onde o uso prolongado de ferramentas como rebidadeiras e furadeiras expõe os trabalhadores a riscos significativos. A adoção de medidas como a utilização de exoequeletos, EPIs adequados, ventilação aprimorada não apenas reduz afastamentos e *turnover*, mas também fortalece a cultura de segurança, promovendo um ambiente industrial mais sustentável e humano. Investir em prevenção e inovação é, portanto, crucial para equilibrar a eficiência operacional e o bem-estar laboral.

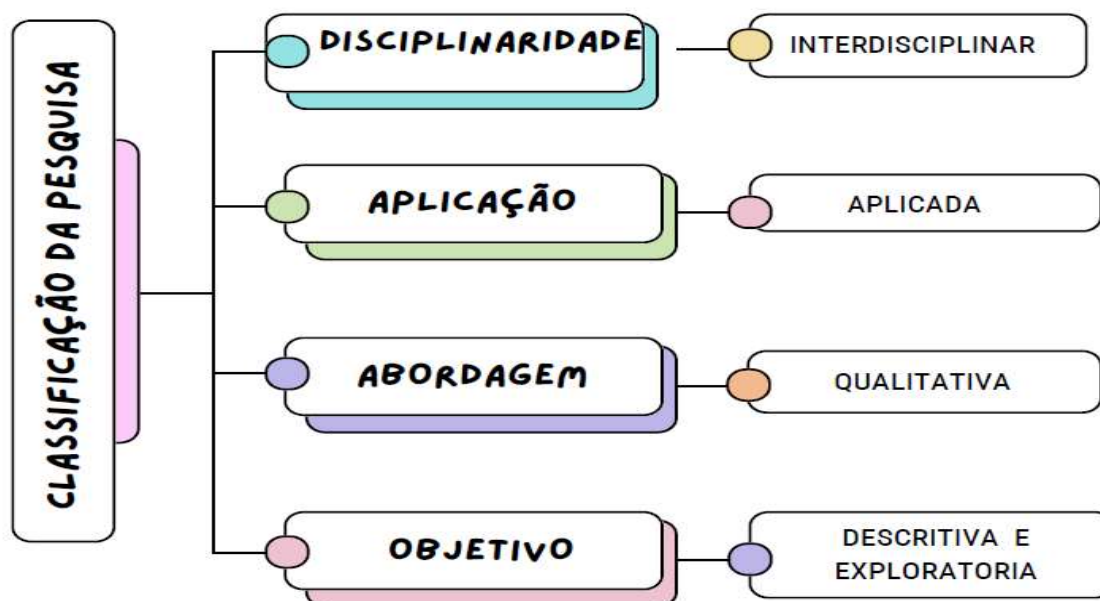
3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta a metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa, descrevendo o delineamento do estudo, a delimitação do campo de investigação e os procedimentos de coleta e análise de dados. São explicitados os critérios éticos, as técnicas utilizadas e as etapas que compõem o percurso metodológico, de modo a assegurar a consistência, a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos.

Classificada como interdisciplinar e de natureza aplicada, esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa pautada em objetivos exploratórios e descritivos. A Figura 8 ilustra o *framework* que articula, de maneira coerente, a estratégia metodológica, os objetivos propostos e as técnicas de pesquisa selecionadas, proporcionando uma visão holística e integrada do desenho da investigação.

Figura 8

Framework das características da pesquisa



3.1 ABORDAGEM, OBJETIVOS, PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Este trabalho baseou-se numa pesquisa qualitativa, a qual fundamenta-se em uma perspectiva interpretativa centrada no entendimento do significado das ações de seres vivos, principalmente dos humanos e suas instituições (Sampieti et al., 2013). Buscou interpretar aquilo que vai captando ativamente, e com base em descrições detalhadas de situações, eventos, pessoas, interações, condutas observadas e suas manifestações. A pesquisa qualitativa postula que a

"realidade" é definida por meio das interpretações que os participantes da pesquisa fazem a respeito de suas próprias realidades. Desse modo, buscou mensurar resultados não apenas com números e dados obtidos por meio de questionários, mas sim focada em entender aspectos mais subjetivos, como comportamentos, ideias, pontos de vista, entre outros. Nesse sentido, o pesquisador é introduzido nas experiências dos participantes. A pesquisa qualitativa emprega principalmente o raciocínio indutivo e tem uma abordagem muito flexível, de modo a identificar o máximo possível de variação e diversidade. O objetivo principal de um estudo qualitativo é descrever a variação e a diversidade de um fenômeno, situação ou atitude. Além disso, na investigação qualitativa, o problema é reformulado várias vezes após o início da coleta de dados, e o problema de pesquisa, bem como as estratégias de coleta de dados, isto é, são reformulados conforme necessário ao longo da coleta de dados, seja para adquirir a 'totalidade' de um fenômeno, seja para selecionar certos aspectos para um estudo mais aprofundado (R. Kumar, 2011).

Neste estudo, foram considerados artigos nacionais e internacionais no âmbito do desenvolvimento da indústria de carrocerias, visando obter informações dos processos inovadores nesta área, de modo a atender o tema proposto.

No que tange aos objetivos da pesquisa, possui característica descritiva exploratória, uma vez que procura descrever e explorar o processo de fabricação de carrocerias na empresa buscando propor possíveis melhorias na organização. O método de coleta de dados utilizado, foi a entrevista não estruturada, visando coletar dados que forneçam padrões e, por conseguinte, tendências na utilização destas informações.

A pesquisa descritiva exploratória possui algumas características, que incluem a busca por informações detalhadas sobre o fenômeno ou problema de pesquisa. Permite o uso de métodos variados e coleta de dados como entrevista, questionários entre outros, possibilitando a análise qualitativa dos dados. Outra característica é a possibilidade de flexibilidade, permitindo que o pesquisador faça ajustes no processo de pesquisa conforme necessário, como foco na descrição e exploração, sem necessariamente buscar uma explicação causal (Sampietti et al., 2013).

Geralmente deseja-se explorar áreas sobre as quais se tem pouco ou nenhum conhecimento. Um estudo em pequena escala é realizado para decidir se vale a pena realizar uma investigação detalhada. Com base na avaliação feita durante o estudo exploratório, poderá ser realizado um estudo completo. Estudos exploratórios também são realizados para desenvolver, refinar e/ou testar ferramentas e procedimentos de medição. Em resumo, a pesquisa descritiva exploratória é uma abordagem inicial para investigar um problema ou fenômeno, com o objetivo de obter informações preliminares e identificar possíveis áreas de interesse para estudos futuros (R. Kumar, 2011).

No que diz respeito a estratégia, se trata de um estudo de caso, já que o estudo concentra-se em um caso específico, permitindo uma análise detalhada e aprofundada do fenômeno em questão. Nestes tipos de estudos é possível utilizar diferentes fontes de dados, como entrevistas, observação, documentos, entre outros, a fim de obter uma compreensão completa do caso estudado. O estudo de caso busca compreender o fenômeno em questão de forma holística, considerando diferentes aspectos do tema compreendido. Enfatiza a compreensão do contexto em que o fenômeno ocorre, buscando identificar as influências e fatores que afetam o caso estudado. Mas é importante lembrar que cada pesquisa é única e pode apresentar particularidades específicas (Sampieti et al., 2013).

Pode ser usado para investigar um único caso ou múltiplos casos. Além disso, o estudo de caso geralmente envolve a coleta de dados de várias fontes, a análise desses dados para identificar padrões e temas (R. Kumar, 2011).

No presente contexto, a pesquisa aprofundou o estudo sobre os métodos nos processos de fabricação de carrocerias, possibilitando a adoção de novos procedimentos que possam proporcionar maior produtividade e bem-estar junto aos colaboradores.

A técnica de coleta de dados utilizada foi a de entrevista participante e semiestruturada, haja vista que a quantidade de entrevistados foram apenas colaboradores da empresa. A entrevista é uma das técnicas mais utilizadas na pesquisa qualitativa e desempenha um papel importante na coleta de dados. Permite que o pesquisador obtenha informações detalhadas sobre o fenômeno ou problema de pesquisa, a partir da perspectiva do entrevistado, explora as experiências e percepções do entrevistado em relação ao fenômeno ou problema de pesquisa e compreenda o contexto em que o fenômeno ou problema de pesquisa ocorre, a partir da perspectiva do entrevistado, se identifique padrões e tendências. Pode ser utilizada para validar outras fontes de dados coletados na pesquisa, como observação ou documentos, para estabelecer *rapport* com o entrevistado, criando um ambiente de confiança e colaboração (Sampieti et al., 2013).

De acordo com o autor, esta técnica envolve a realização de entrevistas individuais ou em grupo com os participantes da pesquisa, com o objetivo de obter informações detalhadas sobre suas experiências, opiniões, crenças e comportamentos. As entrevistas podem ser estruturadas, semiestruturadas ou não estruturadas, dependendo do grau de flexibilidade e controle que o pesquisador deseja ter sobre o processo de coleta de dados. Neste estudo a proposta é de uma pesquisa não estruturada, a fim de obter maior quantidade de informações dos pesquisados. A técnica de entrevista é uma forma eficaz de coletar dados qualitativos, pois permite que o pesquisador obtenha informações detalhadas e ricas sobre as experiências e perspectivas dos participantes (R. Kumar, 2011).

3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esta seção apresenta os limites e o escopo da pesquisa, especificando características como local do estudo, a população e os aspectos abordados. De forma a situar, as características da amostra, método de coleta e análise dos dados.

3.2.1 Descrição do local e população em estudo

O presente estudo foi proposto e fomentado por meio do projeto MAI/DAI/CNPq, conforme Edital nº 006/2023, que visa convergir a interdisciplinaridade das diversas áreas do conhecimento (Yamaguchi & Montedo, 2023). O projeto teve por objetivo fortalecer a pesquisa, o empreendedorismo e a inovação na Universidade por meio do envolvimento de estudantes de mestrado e doutorado em projetos de interesse do setor empresarial, mediante o estabelecimento de parcerias com empresas. O programa visa capacitar discentes para a pesquisa aplicada, no desenvolvimento tecnológico e a produção de inovação em parceria com diversas organizações. Dessa forma, busca-se integrar, por meio da pesquisa acadêmica, interesses comuns entre as instituições envolvidas, que resultem no desenvolvimento ou na melhoria de produtos, serviços e processos que favoreçam o avanço de setores econômicos estratégico.

A pesquisa teve como proposta o desenvolvimento de um processo de melhorias no processo de rebiteagem na empresa Furgões Joinville Ltda, localizada na cidade de Garuva, estado de Santa Catarina. Fundada em 1988, a organização dedica-se a fabricação de implementos e semirreboques de carroceria fechada, carroceria aberta, lonados e furgões em alumínio. Possui mais de 20.000m² de pátio todo monitorado, com 4.500m² de área construída.

A organização possui 63 colaboradores, sendo 13 alocados no setor de montagem de carrocerias de caminhões, cujos quais foram convidados a participar na coleta de dados sobre o referido setor.

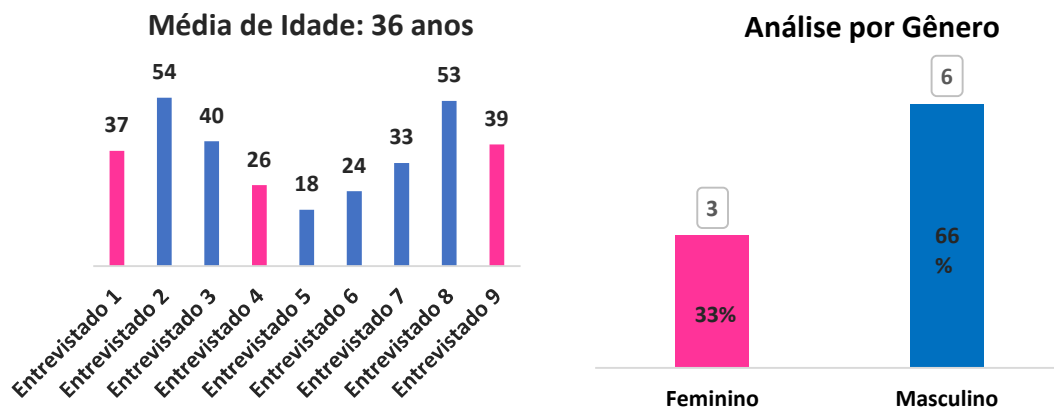
3.2.2 Tamanho de amostra e suas características

Dos 13 colaboradores do setor, apenas 9 concordaram em participar da pesquisa. O setor é composto por 3 mulheres e 10 homens com idade compreendida em entre 18 e 54 com média de 36 anos, conforme demonstra a Figura 9. O grupo é constituído, por pessoas predominantemente do gênero masculino, com diversos níveis de formação, e apenas um colaborador tem curso superior.

Os colaboradores da célula de montagem forneceram informações importantes sobre o processo fabril, passível de melhoria que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 9

Características do grupo da amostra



Fonte: Os autores, 2025.

3.2.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi realizada em 5 etapas, sendo elas (Figura 10): (I) Pesquisa bibliográfica, utilizando análise de conteúdo a moda de Bardin coletada por meio de artigos relacionados e identificado junto a *Web Of Science* com a intenção de verificar métodos e processos aplicados á técnica de rebitagem. (II) Análise Observacional em campo de caso único, não participante e observação dos métodos e processos utilizados na organização. (III) Aplicação da entrevista não estruturadas para os colaboradores da organização. (IV) Organização dos dados e achados com a transcrição das entrevistas em texto, bem como a análise do material coletado. (V) Análise de conteúdo conforme metodologia proposta por (Bardin, 1977), às transcrições das entrevistas realizadas, confrontando os dados obtidos com a literatura previamente analisada. Os resultados emergentes das entrevistas e da pesquisa bibliográfica foram devidamente examinados e interpretados por análise de conteúdo.

Figura 10

Fluxograma das etapas da pesquisa



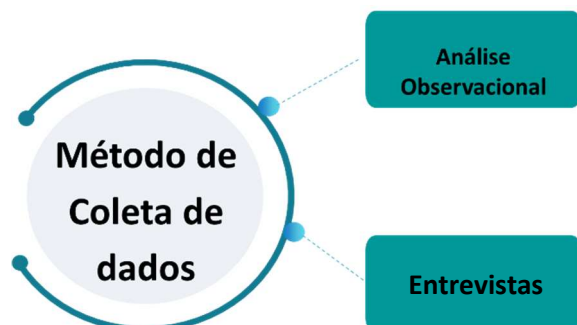
Fonte: Os autores, 2024

3.3 PROCESSO DE COLETA DE DADOS

Para a análise dos dados, foram coletados dados primários utilizando-se da técnica de análise observacional e entrevista semiestruturada (Figura 11), acompanhada de um guia, na qual foram propostas indagações pertinentes aos seus postos de trabalho, conforme instrumento mencionado no anexo 1. Foram convidados a participar deste processo, 13 colaboradores que atuavam nos processos de fabricação das carrocerias, dos quais apenas 9 concordaram em participar da pesquisa.

Figura 11

Processo de Coleta de dados



Fonte: Os autores, 2025

As entrevistas inicialmente agendadas para 02 de dezembro de 2024, foram postergadas para o dia 15 de janeiro de 2025, em virtude da alta demanda operacional da empresa durante o mês de dezembro. Contudo, em 23 de dezembro de 2024, a organização foi afetada por um princípio de incêndio, o que resultou em um novo reagendamento. Desta forma, as entrevistas foram efetivamente realizadas no dia 07 de fevereiro de 2025, tendo início às 13 horas e 30 minutos.

A fim de assegurar que a conversa transcorresse de maneira confortável para o entrevistado e propiciasse a obtenção de resultados satisfatórios, a entrevista foi conduzida numa sala reservada, com temperatura à volta de 24°C. O diálogo foi gravado por meio de dois aparelhos celulares, com o propósito de viabilizar a posterior transcrição e análise das informações coletadas.

Ao iniciar a abordagem, foi explicado ao colaborador o projeto do programa MAI/DAI/CNPq (Edital nº 006/2023) e a parceria da empresa junto à Universidade e PPGSP, para que tivesse a percepção da importância de sua narrativa no processo de construção do conhecimento organizacional. Neste mesmo ato, foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para conhecimento do entrevistado sobre a confidencialidade dos dados coletados.

3.4 PROCESSO DE ANÁLISE DE DADOS

Para que fosse feita a análise dos dados coletados, após a finalização das entrevistas, as falas foram transcritas por intermédio do *software* de transcrição *TurboScribe* de modo a compilar e categorizar as informações coletadas.

O processo de análise de dados obtidos por meio da técnica de entrevista (Figura 12), foi realizado por análise de conteúdos à moda de Bardin (Bardin, 1977), também utilizada em estudos anteriores é constituída por três fases: (I) pré-análise; (II) exploração do material; (III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

Segundo (R. T. Pereira, 2023), o processo de análise de dados, geralmente envolve etapas estruturadas e sistemáticas para interpretar as informações coletadas de forma eficaz. O objetivo é transformar informações brutas em *insights* significativos que apoiem a compreensão do fenômeno estudado, facilitando a formulação de conclusões e recomendações.

A análise de conteúdo requer uma abordagem sistemática e organizada, envolvendo a identificação de categorias, padrões, relações e temas emergentes nos dados coletados, com o objetivo de assegurar rigor metodológico, validade e confiabilidade na interpretação dos fenômenos investigados (Godoi, 2024).

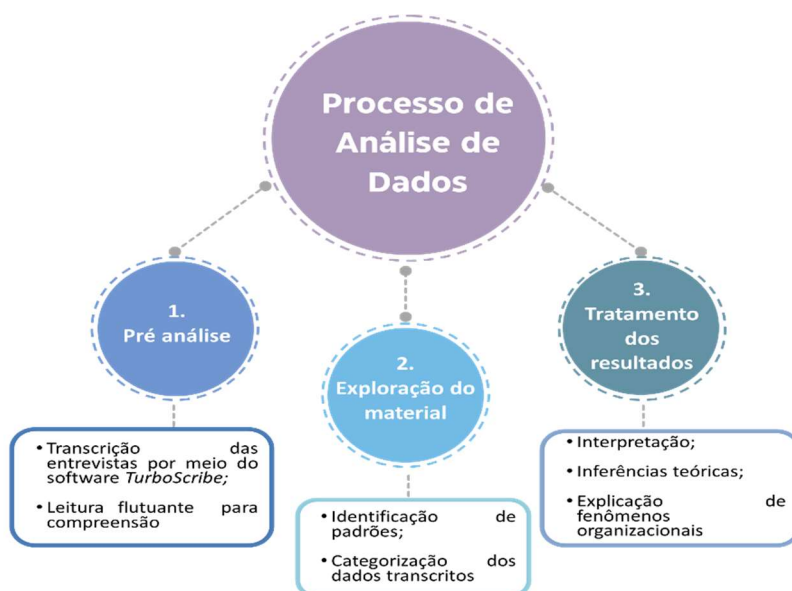
No contexto da pesquisa qualitativa (Sampietti et al., 2013), destacam que a análise de dados provenientes de entrevistas segue um processo meticuloso e multifásico: inicia-se com a transcrição integral das falas, mantendo características da oralidade como pausas e hesitações; prossegue com a

codificação (aberta ou axial), que identifica temas ou organiza os dados em categorias e subcategorias; avança para a categorização, que agrupa temas emergentes em áreas temáticas mais amplas; desenvolve-se com a análise temática para identificar padrões recorrentes; e culmina na interpretação contextualizada, relacionando os achados ao referencial teórico e ao contexto da pesquisa, podendo gerar novas hipóteses ou compreensões.

Os autores enfatizam que, em todas as etapas - desde a coleta até a análise e redação final, deve-se garantir o anonimato dos participantes e a confidencialidade das informações, preservando assim os aspectos éticos da investigação.

Figura 12

Processo de análise de dados



Fonte: Os autores, 2025

3.5 PROCEDIMENTOS ÉTICOS DA PESQUISA

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética na Pesquisa (CEP) da UNIVILLE, o qual possui registro junto à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) com aprovação sob número do parecer: 7.191.000. Esta etapa foi realizada após ter ocorrido a qualificação do projeto.

3.5.1 Critérios de inclusão dos participantes

Os participantes da pesquisa foram colaboradores dos setores fabris, especificamente da célula de furação e rebiteamento, do sexo feminino e masculino com idades entre 18 à 60 anos.

3.5.2 Critérios de exclusão dos participantes

Como critério de exclusão não participaram das entrevistas os colaboradores das áreas administrativas.

3.5.3 Procedimentos de contato com os participantes e coleta de dados

O contato com os participantes foi conduzido com rigor ético, seguindo as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa, iniciando-se com uma apresentação institucional do projeto à direção da Furgões Joinville Ltda para obtenção da autorização formal obedecendo aos critérios de seleção incluíram atuação em áreas-chave de rebitagem/furação e disponibilidade voluntária.

Os colaboradores selecionados foram abordados individualmente em horários adequados para não interferir em suas atividades laborais, recebendo o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) com informações detalhadas sobre objetivos, procedimentos, riscos, benefícios e direito de recusa sem prejuízos. A coleta de dados ocorreu mediante entrevistas não estruturadas presenciais, garantindo privacidade absoluta, apenas entrevistador e participante, com gravações de áudio autorizadas para posterior transcrição e análise qualitativa. Todo o processo foi realizado em ambiente acolhedor, priorizando escuta ativa e respeito para captar percepções autênticas sobre os processos produtivos investigados.

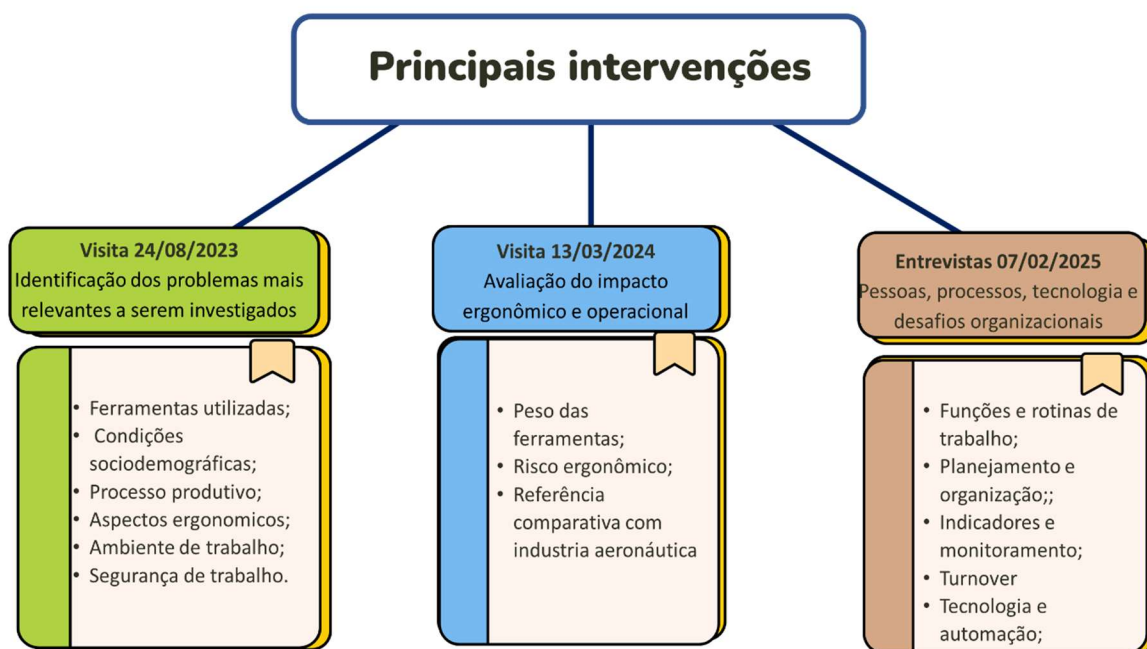
O projeto foi aprovado no CEP pelo Parecer nº 7.191.000 em 29 de outubro de 2024.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As evidências revelam limitações como escassez de mão de obra qualificada, sobrecarga de trabalho e ausência de padronização, ao mesmo tempo em que indicam oportunidades de melhoria, como a adoção de tecnologias assistivas, reorganização do layout e implementação de práticas *lean*. Os achados são discutidos à luz dos princípios da Indústria 4.0 e 5.0, ressaltando a necessidade de equilibrar eficiência produtiva com bem-estar no trabalho. As análises aqui apresentadas fundamentam as propostas de intervenção que serão desenvolvidas no capítulo 5. A Figura 13 mostra as ações de coleta de dados, organizando de forma sequencial as etapas realizadas e facilitando a compreensão do processo metodológico adotada.

Figura 13

Frame das ações de coleta de dados



Fonte: Os autores, 2025

4.1 DIAGNÓSTICO DA VISITA DE CAMPO

Nessa sessão serão reportados os diários das visitas de campo realizadas na empresa Furgões Joinville, especializada na fabricação de implementos e carrocerias de caminhão. A observação em campo reúne informações valiosas. Estes relatos ajudam na compreensão dos processos de trabalho e colaboram na implementação de melhorias que beneficiem tanto os colaboradores quanto a organização como um todo (Ghadge & Chakrabarti, 2020).

A investigação em campo com trabalhadores braçais é uma ferramenta essencial para coletar dados qualitativos e compreender de forma aprofundada o ambiente de trabalho, as práticas laborais e as necessidades dos trabalhadores, contribuindo para o desenvolvimento de soluções e melhorias eficazes no contexto industrial (Lewi, 2003).

4.1.1 Análise Observacional por meio de diários das visitas de campo

Este é o relato e registro da observação durante as vistas de campo, que trará embasamento para o diálogo nas entrevistas. Outro aspecto relevante destes relatos está na coleta de dados qualitativos sobre os métodos e processos na produção das carrocerias de caminhão.

A análise observacional, é uma técnica importante para a coleta de dados em pesquisas qualitativas. É um método sistemático de observar e registrar comportamentos, interações e fenômenos em seu contexto natural, com o objetivo de compreender significados e padrões subjacentes (Bardin, 1977).

Em **25 de agosto de 2023 às 14:00 horas** foi realizada a primeira visita de campo, com o objetivo de identificar principais problemas a serem investigados, como pontos de melhoria no processo de rebiteagem no setor de montagem de carroceria. O setor de montagem era composto por 13 colaboradores, sendo 11 homens e 2 mulheres, divididos em duas equipes. Destes, 5 atuavam na parte externa da estrutura do caminhão, enquanto 1 colaborador trabalhava na parte interna, 5 colaboradores na parte externa, e 1 colaborador na parte interna da estrutura do caminhão e 1 supervisor de área. As principais ferramentas utilizadas são as furadeiras e as rebiteadeiras, ambas pneumáticas.

O perfil socioeconômico dos entrevistados é: idade média dos colaboradores é de 36 anos. A escolaridade é considerada baixa, em média, é ensino básico e médio. A remuneração é de R\$ 2.100,00 refletindo um perfil sócio econômico específico da mão de obra envolvida.

No processo de fabricação de carrocerias, utilizam-se chapas onduladas de alumínio liga 5251, com dimensões de 400 mm de largura x 3500 mm de comprimento e espessura de 0,4 mm. Essas chapas são fixadas em uma estrutura composta por perfis de aço galvanizado, com medidas variáveis, que se adequam ao projeto de cada peça. Portanto, os materiais predominantes na fabricação são o alumínio e o aço, selecionados por combinarem leveza e robustez mecânica. Essa combinação contribui diretamente para a eficiência energética dos veículos, reduzindo o consumo de combustível e aumentando a durabilidade.

As chapas passam inicialmente por processos de corte a laser e prensagem, que garantem a precisão dimensional e o desempenho funcional do produto. Após a montagem da estrutura, as carrocerias são submetidas a tratamentos de superfície, como a aplicação de revestimentos

anticorrosivos e pintura, com o objetivo de aumentar sua resistência às intempéries e prolongar significativamente sua vida útil.

Na sequência, componentes adicionais como portas, painéis internos e sistemas de segurança são instalados, seguidos por acabamentos estéticos, como polimento e aplicação de detalhes visuais, assegurando conformidade com os padrões de qualidade e aparência. Antes da entrega ao cliente, as carrocerias passam por testes de resistência e durabilidade, além de inspeções finais que verificam a correta instalação dos componentes e a prontidão para acoplamento ao chassi do veículo.

Por fim, a carroceria é integrada ao chassi, quer seja de caminhões, ônibus ou outros veículos comerciais, completando o processo de produção. Todo esse fluxo, desde a escolha dos materiais até os testes finais, reflete um processo de fabricação rigoroso e alinhado às normas técnicas e regulatórias do setor, garantindo segurança, eficiência e confiabilidade ao produto final.

A partir das observações de campo realizadas no setor de montagem, foi possível identificar pontos de atenção relevantes no processo produtivo, tais como a ausência de padronização, níveis elevados de ruído e limitações ergonômicas. Tais características não apenas impactam o desempenho operacional, como também demandam reflexões acerca da saúde ocupacional e do bem-estar dos colaboradores. Esses achados indicam oportunidades de aprimoramento que podem ser exploradas à luz dos referenciais contemporâneos da Indústria 4.0 (Passos, 2020).

A Indústria 5.0, neste sentido, enfatiza a centralidade humana nos sistemas produtivos, propondo abordagens que conciliem produtividade, personalização e sustentabilidade com o bem-estar dos trabalhadores. A ausência de mecanismos voltados à ergonomia avançada, como tecnologias assistivas e melhorias de estações de trabalho, reforça o potencial de evolução da empresa rumo a esse objetivo (Madsen & Berg, 2021). Tais perspectivas encontram consonância com as metas 9.1 e 9.4 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (IBGE, 2023), que destacam a importância de uma infraestrutura industrial moderna, sustentável e inclusiva, capaz de promover a melhoria contínua tanto em termos técnicos quanto sociais.

Figura 14

Materiais usados nos processos de fabricação de carrocerias



(A) Fotografia dos Perfis em Aço



(B) Fotografia das Bobina de chapas de alumínio

Fonte: Os autores, 2025

Os perfis de aço são cortados e armazenados em um espaço situado no lado oposto ao local de montagem, o que obriga os colaboradores a transportá-los manualmente por uma distância aproximada de 30 m entre as células de trabalho. Para a realização as fixações, os colaboradores utilizam-se de furadeiras e rebidadeiras pneumáticas que possibilitam a união destes materiais. Para a realização das fixações, os colaboradores utilizam-se ainda de andaimes com rodízios e travas que permitem a mobilidade durante a execução das tarefas.

O processo de fabricação e montagem de carrocerias é normalmente conduzido em etapas, organizada em uma linha de montagem. Durante este processo, podem ser aplicadas diversas técnicas de união, em pontos estratégicos, garantindo a junção eficiente e precisa dos componentes (Lei & Li, 2020).

Com base nos princípios da análise de conteúdo qualitativa (Bardin, 1977), esta visita permitiu não apenas observar as rotinas operacionais, mas também analisar os processos produtivos à luz da gestão enxuta (*Lean Manufacturing*) e das limitações ergonômicas enfrentadas. Os achados empíricos serão, portanto, discutidos em diálogo com os modelos teóricos que sustentam este trabalho. A Tabela 2 sintetiza os achados empíricos obtidos durante as visitas de campo na empresa *Furgões Joinville Ltda.*, contrastando-os com o referencial teórico. Os conceitos foram obtidos na análise observacional e análise de conteúdo de Bardin (1977).

Tabela 2

Observações na vista de campo do dia 25/08/2023

Aspecto	Base Teórica	Achados Empíricos	Convergência /Divergência
---------	--------------	-------------------	---------------------------

Análise Observacional	(Bardin, 1977) observação como técnica sistemática de coleta qualitativa.	Observação de comportamentos e processos produtivos em seu contexto natural.	Convergente
Ambiente de trabalho	(Lu et al., 2022) e (He et al., 2002) condições ambientais afetam a produtividade e bem-estar.	Ambiente com ruído, calor e ventilação limitada prejudica o desempenho dos colaboradores.	Convergente
Método de coleta	Ghadge & Chakrabarti (2020): observação revela oportunidades de melhoria nos processos.	Diagnóstico de falhas logísticas e carência de padronização na movimentação de materiais.	Convergente

Fonte: A autora, 2025

O local de trabalho consiste em um galpão de 2.100 m² com pé-direito médio de 7 m, coberto por telhas de zinco. O ambiente é equipado com iluminação artificial e um sistema de ventilação composto por ventiladores, o que resulta em desafios para o conforto térmico dos colaboradores, impactando potencialmente sua produtividade.

Quanto as condições da acústica, a NR-15 tem como referência o limite de 85 dB(A) para exposição ao ruído de 8 horas (Qiu et al., 2017). Restrições operacionais imprevistas impossibilitaram realizar a medição quantitativa, porém a avaliação qualitativa, baseada na identificação das fontes de ruído de alta intensidade (máquinas pneumáticas), aponta para a probabilidade de que os níveis existentes excedam o permitido, reforçando a necessidade do uso dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

A operação por máquinas pneumáticas gera níveis de ruído elevados, exigindo medidas de proteção auditiva (Fisch, 1957). Embora o uso de (EPIs) seja uma prática geral, observou-se de forma pontual a não conformidade com o uso de óculos de proteção e a interrupção do uso contínuo dos protetores auriculares, expondo os colaboradores a riscos.

A visita realizada em **13 de março de 2024 às 14:30 horas** teve como objetivo avaliar o peso das ferramentas utilizadas no processo de manufatura, visando identificar possíveis impactos ergonômicos e operacionais. Durante a análise, constatou-se que as rebiteadeiras possuem o peso médio de 1,5 kg e as furadeiras 1,6 kg (Figura 15)

Figura 15

Fotografias das ferramentas de furação e rebiteagem utilizadas pelos colaboradores



(A) Furadeira e Rebitadeira



(B) Processo de furação



(C) Processo de rebiteagem

Fonte: Os autores, 2025

Esta observação é relevante, uma vez que o manuseio contínuo de ferramentas deste porte pode contribuir para a fadiga muscular dos colaboradores, especialmente quando as tarefas são realizadas de forma manual e durante toda a jornada diária de trabalho.

De acordo com a literatura (Jorgensen et al., 2022), na indústria da aeronáutica os colaboradores que realizam atividade de rebiteagem e furação têm auxílio de ferramentas de exoesqueletos que fornecem suporte adicional para os músculos, ajudam na postura e amplificam a força do trabalhador, permitindo contribuir para um ambiente de trabalho mais saudável, uma vez que reduz o estresse físico e melhora a satisfação de quem o utiliza. Isso pode levar a redução do absenteísmo e aumento da produtividade.

A combinação do peso das ferramentas com a necessidade de posicioná-las em alturas variadas durante a fixação das chapas de alumínio, pode agravar os riscos de lesões por esforços repetitivos (LER) e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) (Vi et al., 2022).

A observação reforça a necessidade de implementar medidas ergonômicas, como a utilização de suportes ou braços mecânicos para auxiliar no posicionamento das ferramentas, bem como a realização de pausas regulares e exercícios de alongamento para reduzir a carga física (Tabela 3). Estas intervenções podem não apenas melhorar o bem estar da equipe, mas também aumentar a eficiência e a qualidade do processo produtivo (Vi et al., 2022).

Tabela 3

Comparativo teoria e prática em observações da vista em 13/04/2024

Aspecto	Base Teórica	Achados Empíricos	Convergência /Divergência
Peso das ferramentas e esforço físico	Vi et al. (2022): vibração contínua e esforço repetitivo podem causar fadiga muscular e distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT).	Furadeiras (1,6 kg) e rebiteadeiras (1,5 kg) são utilizadas continuamente ao longo da jornada, com risco ergonômico evidente.	Convergente
Soluções ergonômicas	Jorgensen et al. (2022): exoesqueletos reduzem sobrecarga física e melhoram conforto e produtividade em atividades repetitivas.	A empresa não utiliza exoesqueletos ou dispositivos de assistência mecânica; foi sugerida a adoção de suportes ou braços articulados.	Divergente
Ambiente de trabalho e ruído	Weier (2020): exposição contínua ao ruído pode levar à fadiga, estresse e danos auditivos; medidas de proteção devem ser padronizadas.	O processo de rebiteagem gera níveis elevados de ruído e o uso de protetores auriculares não é mantido de forma contínua pelos colaboradores	Divergente
Condições térmicas	He et al. (2002); Sharyy et al. (2022): ventilação passiva é comum em indústrias de pequeno porte, mas pode comprometer conforto e produtividade	O galpão conta apenas com ventiladores e cobertura metálica; há relatos de desconforto térmico que afeta o rendimento das equipes.	Convergente

Fonte: Os autores, 2025

4.2 APLICAÇÃO DA ENTREVISTA NÃO ESTRUTURADA PARA OS COLABORADORES

As entrevistas aos colaboradores foram realizadas em 07 de fevereiro de 2025, com início às 13 horas e 30 minutos. A atividade foi realizada numa sala separada, devidamente climatizada, 24 °C. Ademais, o diálogo foi gravado por meio de dois aparelhos celulares, com o propósito de viabilizar a posterior transcrição e análise das informações coletadas.

Neste mesmo ato, foi entregue o contrato do TCL para conhecimento do entrevistado sobre a confidencialidade dos dados coletados. Ao fim da entrevista, foi entregue ao colaborador um cartão de agradecimento por sua contribuição, enfatizando a importância de sua participação para a ciência, para o programa MAI/DAI e para o desenvolvimento da empresa em questão.

As conversações seguiram o Protocolo de Entrevista, Apêndice 2, aprovado por meio do Comitê de Ética com o parecer número 7.191.000 em 29 de outubro de 2024.

4.2.1 Análise das funções, rotinas e atuação dos colaboradores

Os profissionais entrevistados exercem atribuições diversificadas no contexto industrial, abrangendo atividades como furação, rebiteagem, chapeação e suporte à gestão da produção. A estrutura operacional observada apresenta características de multifuncionalidade, nas quais os colaboradores demonstram elevada capacidade de adaptação, desempenhando funções em diferentes etapas do processo produtivo e realizando, quando necessário, substituições pontuais entre setores, em resposta às demandas operacionais.

A supervisão das atividades e a gestão de pessoas são conduzidas pelo gerente industrial, cuja atuação contribui para o alinhamento técnico e organizacional das rotinas produtivas. Os demais membros da equipe demonstram postura colaborativa, favorecendo a continuidade operacional e a manutenção da eficiência nos fluxos de trabalho.

A comunicação interna é percebida como um elemento-chave para a execução eficaz das atividades, sendo estruturada a partir de protocolos previamente definidos, com margem para adequações conforme a dinâmica das operações. Entretanto, foram observados desafios relacionados à pressão por produtividade e ao rigor nos prazos de entrega, fatores que, em determinados momentos, podem afetar a qualidade do produto final.

Entre as sugestões apresentadas pelos colaboradores destacam-se a ampliação do quadro funcional e a especialização das funções operacionais, com ênfase na segmentação das atividades de furação e rebiteagem. Tais recomendações visam à otimização dos processos produtivos, à redução da sobrecarga de trabalho e à promoção de um ambiente mais equilibrado e eficiente. A tabela 4, demonstra as funções e rotinas dos trabalhadores, com os relatos das atividades do cotidiano.

Tabela 4

Atuação dos colaboradores nos processos de furação e rebiteagem

FUNÇÕES E ROTINAS DOS COLABORADORES			
Participante	Contribuição Profissional	Motivação	Função
E 1	"E eu acho importante, porque, tipo, além da gente ser mulher, trabalhar aqui e achar que a gente não tem capacidade, né? Eu adoro o que eu faço, não tenho o que reclamar da empresa."	"É o que eu falei, é gostar do que faz. É um lugar que eu me sinto bem também. É isso."	"Eu não trabalho só em uma área aqui dentro, entendeu? Mas eu atuo mais na furação e rebiteagem"

E 2	"Com qualidade, não pode defeito. Como nós já somos mais tempo de empresa a gente vai dando uma jogadinha e já não vai sair aquele erro."	"eu acho que é a pessoa, se a pessoa tá organizada, com bom humor, tá bom o que tá é isso"	"faço um pouco de tudo, rebito, furo, mas o que faço mais é rebitar dentro do caminhão"
E 3	"Hoje, a minha contribuição maior está sendo no desenvolvimento das pessoas. Na conscientização e desenvolvendo a mentalidade. Voltado para uma mentalidade onde a gente olha a manufatura e enxuta"	"A busca por resultado."	"E a minha função é gerir pessoas e processos, mostrando e eliminando os desperdícios ao longo dos processos."
E 4	"Mesmo que só uma pessoa falte, mas sempre faz aquela falta bem bastante."	"É sensacional. A gente briga, mas no final do dia, está tudo a mesma palhaçada. Tudo a mesma coisa. Todo mundo brincando. Todo mundo falando. A equipe ajuda bastante."	"Eu furo, eu rebito, eu vedo, eu coloco o perfil, eu ponho as plaquetas, de tudo um pouco. Então, no caso, eu tento não faltar o máximo que eu puder. Porque eu sei que de uma forma ou de outra vão precisar de mim e vai fazer falta."
E 5	"Produzir mais, trabalhar mais."	"Amizade e conversa. Ajudando."	"Tudo mais um pouco, eu falo de tudo ali, por enquanto. Mas eu rebito e seguro a garrafinha, sabe."
E 6	"importância é fazer bem feito e com qualidade."	"É vir fazer o meu trabalho. Que é o que eu gosto de fazer. Muita gente vem pelo salário. Eu venho porque gosto de trabalhar."	"Agora eu estou na rebitagem. Só que eu faço a rebitagem e a furação, eu faço as duas funções para produzir mais."
E 7	"Normal"	"já veio com a motivação de casa, na verdade, né?"	"Às vezes eu vedo lá dentro a garrafinha, às vezes eu furo, as vezes fora gente fora."
E 8	"É bem importante, né?"	"Normal"	"Aí eu faço tudo um pouco. Lixar, cortar, rebitar, tudo um pouco."
E 9	"Olha, eu tento fazer o meu melhor. Como se fosse para mim, sabe? Porque é como se a gente fosse comprar. Com carinho, na verdade"	"Dá certo. A gente tem que trabalhar. Independentemente de ser aqui ou em outro lugar, eu sempre trabalhei. Espero crescer mais ainda aqui dentro."	"Eu ajudo também, tanto na furação como na vedação. Olha, eu tento fazer o meu melhor. Como se fosse para mim, sabe? Porque é como se a gente fosse comprar."

Fonte: Os autores, 2025

Os colaboradores reconhecem a relevância de suas funções para o sucesso do processo produtivo, atribuindo à atenção e ao cuidado individuais a qualidade do produto final. Relatam orgulho em integrar a equipe e satisfação pessoal pelo trabalho que realizam, o que se reflete em maior motivação e comprometimento. Destacam, ainda, que suas ações são decisivas para evitar falhas e garantir o atendimento aos padrões exigidos, demonstrando uma percepção coletiva de responsabilidade.

O trabalho em equipe é amplamente valorizado, sendo percebido como um fator essencial para a eficácia da produção. Essa percepção está associada ao engajamento dos colaboradores, ao design participativo e ao compartilhamento do conhecimento. Trabalhadores envolvidos e satisfeitos tendem a ser mais responsáveis e atentos à qualidade, reduzindo erros e promovendo maior consistência nos resultados. A adaptação do ambiente de trabalho às suas necessidades também contribui para maior eficiência e desempenho produtivo (Kaasinen et al., 2020).

A percepção dos colaboradores exerce influência direta sobre a qualidade do produto final, sendo a colaboração e o bem-estar no ambiente de trabalho fatores essenciais para promover a eficiência e fomentar a inovação (Madsen & Berg, 2021). Pressões relacionadas a prazos e metas de produção são reconhecidas pelos profissionais como desafiadoras, mas também como impulsionadoras de organização, foco e desejo de superação. Valorizam o aprendizado contínuo e o desenvolvimento pessoal, aspectos que contribuem para ganhos de produtividade.

Além disso, relações interpessoais positivas e o apoio mútuo entre colegas emergem como importantes estímulos motivacionais. Um ambiente de trabalho acolhedor e respeitoso favorece o engajamento dos colaboradores nas atividades diárias. Esse sentimento de pertencimento está alinhado aos princípios da Indústria 5.0, que valoriza a humanização do trabalho, a colaboração entre pessoas e tecnologias, e a construção de uma cultura organizacional pautada na inclusão, qualidade de vida e propósito compartilhado (Madsen & Berg, 2021).

A presença de uma liderança acessível, inspiradora e comprometida é apontada como fator fundamental para a motivação dos colaboradores, impactando diretamente o clima organizacional e a produtividade da equipe. A motivação no ambiente de trabalho revela-se como um fenômeno complexo, influenciado por aspectos pessoais, relacionais e estruturais. Nesse contexto, estratégias de gestão de pessoas alinhadas a uma cultura organizacional sólida e voltada para a sustentabilidade tendem a favorecer o engajamento e a satisfação no trabalho (Assoratgoon & Kantabutra, 2023).

A percepção de que suas atividades contribuem para objetivos sustentáveis fortalece o engajamento dos profissionais, alinhando seus valores pessoais às metas organizacionais. Ao reconhecer o impacto de suas funções na qualidade e no desempenho coletivo, os colaboradores

demonstram senso de responsabilidade, favorecendo uma cultura organizacional orientada à inovação, à melhoria contínua e à sustentabilidade.

4.2.2 Melhorias importantes no processo de fabricação

As entrevistas conduzidas com os colaboradores revelaram contribuições pertinentes para o aprimoramento dos processos de fabricação, com ênfase na adoção de indicadores de desempenho como ferramenta estratégica para o monitoramento contínuo da produtividade e para a identificação de áreas que requerem intervenções, incluindo dimensões relacionadas à produção e à saúde ocupacional. Entre os desafios mais citados, destaca-se a limitação da força de trabalho qualificada e a rotatividade elevada, fatores que impactam diretamente na capacidade de atendimento à demanda e na sobrecarga operacional. Nesse contexto, a ampliação do quadro funcional, aliada à implementação de programas de capacitação técnica, foi apontada como medida viável para elevar os níveis de eficácia e segurança nas atividades produtivas.

Além disso, foram identificadas eventuais fragilidades na comunicação interna, especialmente quanto à clareza e à consistência das informações relativas às alterações de procedimentos. Embora alguns avanços tenham sido percebidos, permanece a necessidade de aprimorar a transparência e o alcance das mensagens institucionais. Também foram mencionadas questões pontuais relacionadas ao clima organizacional, incluindo a rigidez de certos processos e condutas interpessoais que podem comprometer a coesão da equipe. Esses aspectos reforçam a importância de iniciativas voltadas ao fortalecimento do diálogo, à valorização do trabalho coletivo e à construção de um ambiente organizacional mais colaborativo e motivador.

A comunicação nas fábricas exerce papel multifacetado, sendo determinante não apenas para a coordenação dos processos, mas também para o engajamento e a motivação dos colaboradores (Grohmann & Araújo, 2021). No contexto do sistema Lean, a comunicação é elemento-chave para a aplicação bem-sucedida de ferramentas como Kaizen, 5S e VSM, além de ser crucial para a identificação e resolução colaborativa de problemas. Investir em práticas comunicativas consistentes e estratégicas, portanto, é essencial para assegurar a eficácia operacional, a qualidade do produto e a sustentabilidade da organização (Huang et al., 2022).

Entre as propostas, destaca-se a importância de um planejamento mais estruturado e da reorganização das tarefas, com definição de processos, incluindo a criação de células específicas para furação e rebiteamento, com o objetivo de reduzir pressões desnecessárias e aumentar a eficiência. A gestão de processo dentro de estruturação fabril, contribui diretamente para a organização das atividades e para o aproveitamento mais eficaz da força de trabalho, promovendo ganhos em eficiência e inovação (Jones & Linderman, 2014).

Os dados evidenciam que a gestão de processos desempenha papel essencial na organização da força de trabalho e na execução eficaz das tarefas, especialmente em cenários de expansão da equipe, nos quais é necessário gerir com precisão as dinâmicas operacionais para assegurar produtividade. Entre as sugestões dos colaboradores, destaca-se a criação de uma área específica de engenharia de processos voltada à análise de métodos e procedimentos produtivos. A utilização de ferramentas como a análise de tempos e movimentos foi apontada como estratégica para identificar gargalos e promover melhorias no fluxo de trabalho.

A integração entre engenharia de processos e análise de tempos e movimentos é fundamental para o desenvolvimento de operações industriais eficientes, seguras e centradas no ser humano. Tais abordagens permitem otimizar os processos sem negligenciar as necessidades dos trabalhadores, contribuindo para um ambiente de trabalho mais equilibrado e produtivo (Lu et al., 2022).

Alterações relacionadas ao layout e à redução de desperdícios foram apontadas como relevantes, influenciando diretamente tanto a eficiência operacional quanto a motivação da equipe. Assim, a integração entre uma comunicação eficaz e processos produtivos flexíveis é considerada essencial para a melhoria contínua da organização (Tabela 5), onde são consideradas as possíveis melhorias no processo fabril, na ótica dos colaboradores.

Tabela 5

Melhorias nos processos fabris conforme os participantes

PROCESSOS FABRIS		
Participante	Melhoria no Processo	Comunicação
E 1	"E eu acho que, não sei, para melhorar, só contratar mais mão de obra, eu não sei."	"Foi implantando quadros, né. Comunicação com os líderes, né. Com os chefes. Então, já melhorou bastante."
E 2	"Eu acho que assim, a gente tem tipo ter mais pessoal."	"Sim. é bom que a gente tá fazendo aquele processo diferente um pouco" "A gente está no processo de começar." "E o processo hoje está sendo desenhado com a instrução de trabalho." "Isso é um grãozinho de areia." "Então, está começando agora." um sistema da qualidade. Introdução ao nosso sistema da qualidade."
E 3	"Melhoria de projeto. Melhoria de produto. Projeto, produto. Processos, bastante também."	"Sempre que tem uma reunião, devido a mudança de processo, conforme o processo está mudando, a gente é chamado para uma reunião, com o líder de setor, com o nosso coordenador, com tudo."
E 4	"Alguns meses atrás, eu estava precisando bastante devido a adaptação de novos funcionários."	
E 5	"A parte da organização, né? Ser mais organizado, né? Procurar conversar mais, saber o que o cara	"Sim"

	precisa e o que não precisa para desenvolver melhor."	
E 6	"Eu acho que seria ideal fazer uma equipe de rebiteagem e uma equipe só da furação."	"Sim. Respeito de uma reunião, tudo certinho. Tem os faios de assinatura, de presença e tal."
E7	"Daí, no meu ver, teria que ter mais pessoas pra gente revisar também."	"Sim, tem mapa de trabalho, das atividades"
E 8	"se tiver dois direto ali pra vedar, quanto mais rápido, melhor que sai, né."	"Uhum."
E 9	"Se a gente pudesse fazer a parte de líder, somente de líder, não ter que trabalhar junto ali."	"São. As informações são claras."

Fonte: Os autores, 2025

4.2.3 Implementação de Tecnologia

Os entrevistados destacam como prioridade tecnológica a implementação de um sistema de qualidade voltado à padronização, monitoramento e formalização dos processos produtivos (Tabela 5). A iniciativa está em fase inicial e pretende assegurar que as mudanças sejam bem comunicadas e os procedimentos rigorosamente seguidos. Para viabilizar essa implementação, uma das propostas envolve a reestruturação do layout fabril, reduzindo o percurso atual do produto, que chega a cerca de um quilômetro, para menos de 400 metros, o que exigiria investimentos significativos em infraestrutura elétrica e mecânica.

A reorganização do layout e possível automação podem representar um passo importante em direção à digitalização e eficiência produtiva. Ao integrar essas tecnologias, à empresa alinha-se às estratégias de modernização industrial preconizadas pelo ODS 9.4, que incentiva o uso de processos industriais limpos, eficientes e sustentáveis (IBGE, 2023).

A transição de um modelo de manufatura manual para um ambiente industrial mais tecnológico exige planejamento estratégico e liderança capaz de integrar tecnologias à produção de forma eficiente. O planejamento, aliado à manufatura inteligente, resulta em ganhos concretos como aumento da produtividade, sustentabilidade e melhor qualidade de vida no trabalho (Phuyal et al., 2020).

A criação de uma estrutura dedicada à engenharia de processos, com base em dados do planejamento e controle da produção (PCP) e análise de tempos e movimentos, também foi sugerida como forma de ampliar a eficiência e atender melhor à demanda. Nesse processo, a adoção de tecnologias da informação é fundamental para a coleta e o processamento de dados, contribuindo para a melhoria contínua dos métodos industriais. Outras sugestões incluem a ampliação da

ventilação, considerando o impacto do calor excessivo na saúde dos colaboradores e na produtividade. A mitigação térmica em ambientes industriais melhora a segurança, a eficiência e a sustentabilidade, especialmente em empresas familiares (Huang et al., 2022).

O uso de vestimentas de resfriamento por mudança de fase pode contribuir para o conforto térmico e o desempenho de trabalhadores em ambientes com altas temperaturas. (Wang et al., 2023).

As sugestões também dialogam com o conceito de Indústria 5.0, pois a medida em que se valoriza o conhecimento tácito dos operadores, propõe soluções que visam reconhecer a importância do bem-estar e da inclusão no ambiente fabril (Tabela 6). Este movimento, além de inovador, é também estrategicamente sustentável, pois contribui para a longevidade operacional da empresa e para o fortalecimento de pequenas e médias indústrias (Lu et al., 2022).

Tabela 6

Dados comparativos entre pesquisa teórica e entrevistas em 07/02/2025

Aspecto	Base Teórica	Achados Empíricos	Convergência / Divergência
Percepção da Automação	Bhargava et al. (2021): RAIA é vista como oportunidade e ameaça à empregabilidade.	Colaboradores demonstram receio quanto à substituição, mas reconhecem ganhos potenciais.	Convergente
Gestão do Conhecimento	Ode & Ayavoo (2020): GC é antecedente da inovação e base para sustentabilidade.	Conhecimento prático é valorizado, mas não formalizado como processo de GC.	Alinhamento Parcial
Inovação Verde	Abbas & Sağsan (2019): inovação verde reduz impacto ambiental e promove sustentabilidade.	Reconhecimento do valor ambiental, mas sem implementação formal de práticas sustentáveis.	Divergente
Integração GC e Inovação	Jones & Linderman (2014): GC fortalece processos e dissemina práticas inovadoras.	Processos produtivos carecem de integração formal com estratégias de GC e inovação verde.	Divergente
ODS e Sustentabilidade	IBGE (2023.): ODS 9 destaca inovação e infraestrutura sustentável.	Empresa busca melhorias, mas ainda distante de práticas integradas aos ODS	Divergente
Transformação Digital	Diogo (2019): TD melhora processos e prepara mão de obra para novos desafios.	Empresa reconhece a necessidade, mas não possui um plano de transição estruturado.	Alinhamento Parcial

Fonte: Os autores, 2025

4.2.4 Oportunidades de melhorias nos processos de furação e rebitagem

No cenário analisado, a ausência de padronização nos processos compromete a fluidez das atividades, a uniformidade dos processos e a eficiência operacional, refletindo também no bem-estar dos colaboradores. A padronização é considerada fundamental para a melhoria contínua, adaptação e crescimento sustentável, especialmente em empresas familiares. A implementação de metodologias Lean, aliada ao redesenho do layout e à criação de equipes dedicadas exclusivamente às etapas de rebitagem e furação, apresenta-se como uma estratégia eficaz para a reestruturação e otimização dos processos produtivos. (Huang et al., 2022).

A logística interna também se destacou como um ponto crítico. O armazenamento dos perfis de aço em áreas distantes da linha de montagem gera atrasos no abastecimento, interrupções no fluxo produtivo e aumento do tempo de ciclo. Essa configuração compromete a eficiência operacional, eleva os riscos de erros, desperdícios e intensifica o desgaste físico dos colaboradores. A disposição dispersa dos materiais enfraquece a cadeia logística e dificulta a aplicação dos princípios do Lean Manufacturing. Como solução, recomenda-se a realocação do estoque de aço para áreas próximas à linha de montagem e a adoção de sistemas de puxar, como o *Kanban*, que permitem o abastecimento sob demanda com maior controle e menor esforço (S. S. Kumar & Kumar, 2014). Tais medidas favorecem a redução de desperdícios, a sincronização das etapas produtivas e a melhoria da eficiência na fabricação de carrocerias.

Outro aspecto relevante observado foi o interesse dos colaboradores em participar de treinamentos e capacitações técnicas. Essas ações são fundamentais para o aprimoramento das habilidades, incentivam a adoção de boas práticas, promovem a segurança no ambiente de trabalho e facilitam a incorporação de inovações. Em ambientes de produção manual, a capacitação técnica se mostra estratégica para elevar a qualidade, reduzir custos operacionais e fomentar a melhoria contínua dos processos (Ghadge & Chakrabarti, 2020).

As condições ambientais também representam um desafio. Conforme anteriormente relatado, o ambiente demonstra presença de ruído e vibração, devido a decorrência do uso de máquinas pneumáticas e das colisões metálicas típicas do processo de rebitagem. Cabe destacar que a legislação (NR-15) considera como a condição insalubre caso às Vibrações de Mãos e Braços (VMB) ultrapasse um valor de 5 m/s^2 (M.T.E, 2021). Para mitigar esses efeitos, o uso de luvas antivibração pode oferecer proteção marginal à palma da mão, além de contribuir para a prevenção de lesões e exposições a agentes químicos (Hewitt et al., 2015). Em relação à redução de ruídos, recomenda-se a implementação de isolamento acústico, o uso adequado de protetores auriculares e a realização de manutenções preventivas nas máquinas (Wu et al., 2021). Como alternativa mais avançada, propõem-se o uso de máquinas de rebitagem automatizadas com sistema

duplo e controle por DOB, que proporcionam maior precisão, reduzem vibração e ruído, e aumentam a qualidade e a produtividade (Liu et al., 2019).

A questão do conforto térmico também merece atenção. A ventilação insuficiente e a cobertura metálica da estrutura contribuem para a elevação da temperatura interna, prejudicando o desempenho e o bem-estar dos trabalhadores. A adoção de soluções como maior abertura de cumeeiras, uso inteligente da ventilação natural, instalação de múltiplas aberturas e, quando necessário, sistemas mecânicos de exaustão, pode resultar em ambientes mais seguros e confortáveis (X. He et al., 2013). Além disso, uma ventilação adequada favorece a segurança ocupacional e reduz o risco de paradas imprevistas, especialmente em situações de emergência, como incêndios (Sharyy et al., 2022). Complementarmente, o uso de vestimentas de resfriamento por mudança de fase (PCCG) surge como uma solução prática e acessível para auxiliar na regulação da temperatura corporal em ambientes quentes, contribuindo para a manutenção da eficiência dos trabalhadores (Wang et al., 2023).

Destaca-se também o impacto ergonômico da atividade de rebitagem. Por se tratar de uma tarefa repetitiva e fisicamente exigente, sobretudo quando realizada acima da linha dos ombros, essa atividade pode gerar distúrbios musculoesqueléticos, como tendinites e dores nos ombros, elevando o risco de afastamentos e custos associados. Diante disso, a utilização de exoesqueletos ativos apresenta-se como uma alternativa promissora, ao ampliar a força do trabalhador, reduzir o esforço físico e possibilitar a execução segura de tarefas mais exigentes (Jorgensen et al., 2022).

A adoção de tecnologias automatizadas representa uma estratégia essencial para a modernização do setor de montagem de carrocerias, marcado por alta demanda manual e esforço físico. A automação tem potencial para aumentar a eficiência e a padronização dos processos, ao mesmo tempo em que reduz o desgaste físico dos colaboradores, minimiza falhas operacionais e reforça a segurança no ambiente de trabalho. (Javaid et al., 2021).

Entre as tecnologias promissoras, destacam-se os sistemas de perfuração e rebitagem de dupla máquina utilizados na indústria aeronáutica. Estudos indicam que sua aplicação na fabricação de carrocerias é tecnicamente viável, especialmente na montagem de componentes estruturais que exigem ações de rebitagem com alta precisão e eficiência (Liu et al., 2019). Além disso, a automação favorece a integração dos processos, proporcionando maior controle do fluxo produtivo, rastreabilidade e suporte à tomada de decisão baseada em dados (Mei & Zhu, 2021).

Nesse sentido, investir em tecnologias automatizadas deixa de ser apenas uma tendência e passa a representar uma condição essencial para a modernização, competitividade e sustentabilidade das operações industriais.

Atenta a essa demanda, a Plataforma Inovação para a Indústria, promovida pelo SESI/SENAI nacional, destaca o Programa Rota 2030 como uma importante iniciativa voltada à criação de soluções inovadoras para empresas do setor automotivo (SENAI, 2025). O programa oferece às startups de base tecnológica a oportunidade de desenvolver propostas alinhadas aos desafios enfrentados pela cadeia automotiva. Por meio da Modalidade 2 – *Startup.Tech*, essas startups podem participar de conexões estratégicas com empresas e centros de pesquisa, atuando em ambientes de teste, com acesso à mentoria e co-desenvolvimento de produtos (SESI & SENAI, 2023).

Tais iniciativas fortalecem a inovação colaborativa, promovem a união entre agentes industriais e tecnológicos, e incentivam o desenvolvimento de soluções que aperfeiçoam processos, produtos e serviços na cadeia automotiva. Dessa forma, contribuem diretamente para a inovação aberta, o compartilhamento de risco tecnológico e a transformação digital do setor industrial.

4.3 APLICABILIDADE DO ESTUDO

Este trabalho de pesquisa analisou os processos de rebiteagem na indústria, com foco especial no segmento de carrocerias de caminhões no Brasil e no exterior, por meio de uma revisão da literatura científica com base em artigos extraídos de bases renomadas, como *Web of Science* e *Scopus*. A pesquisa apresenta elevada aplicabilidade prática, sobretudo para empresas de pequeno e médio porte do setor de implementos rodoviários, que enfrentam desafios relacionados à baixa automação, ausência de padronização e limitações ergonômicas no ambiente de trabalho.

Ao investigar criticamente as etapas de furação e rebiteagem — consideradas fundamentais na fabricação de carrocerias — o estudo ofereceu um diagnóstico técnico sobre os principais gargalos produtivos, como o excesso de ruído, o desgaste físico decorrente de tarefas repetitivas e o alto índice de absenteísmo. Com base em observações de campo e entrevistas com os colaboradores, foram sugeridas soluções inovadoras, incluindo a adoção de sistemas automatizados e tecnologias de rebiteagem autoperfurante, amplamente utilizadas em setores como o aeronáutico, com potencial de adaptação ao contexto das encarroçadoras e demais segmentos metalomecânicos que se faça necessário a utilização da rebiteagem como junta mecânica.

Para além da melhoria da eficiência operacional, a proposta contribui para a sustentabilidade produtiva, ao mitigar o desperdício e promover melhores condições de trabalho. Alinhado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9 (ODS 9), o estudo reforça a importância da modernização industrial e da inovação tecnológica, fortalecendo a competitividade, a produtividade e o papel social e econômico das empresas regionais. Assim, sua aplicabilidade transcende o meio acadêmico, gerando impactos positivos e concretos para o setor industrial, para os trabalhadores e para o desenvolvimento econômico sustentável.

As descobertas desta pesquisa, conduzida na empresa Furgões Joinville, evidenciam desafios relevantes na integração entre pessoas, processos e tecnologias no ambiente produtivo. A análise revelou a presença de gargalos operacionais, ausência de padronização, falhas na comunicação interdepartamental e a escassez de dados estruturados para o planejamento e controle das atividades fabris. Tais fatores impactam negativamente não apenas a eficiência produtiva, mas também a capacidade da empresa de responder de forma ágil e estratégica às exigências do mercado.

A principal implicação desses achados reside na confirmação da necessidade de adoção de práticas alinhadas à filosofia do Lean Manufacturing, aliadas ao uso intensivo de tecnologias da informação e comunicação (TICs), como sistemas de coleta e análise de dados em tempo real. A estruturação de uma área de engenharia de processos, sustentada por dados concretos — como análise de tempos e movimentos —, integrada ao planejamento e controle da produção (PCP), surge como um diferencial estratégico para elevar a produtividade, reduzir desperdícios e aumentar a competitividade da organização.

Em termos práticos, os resultados oferecem subsídios concretos para a transformação digital da empresa, promovendo sua modernização industrial e estimulando a criação de uma cultura voltada à melhoria contínua. A proposta de digitalização dos processos produtivos e de reestruturação das práticas gerenciais possui implicações diretas para o setor de fabricação de implementos rodoviários, além de contribuir com a cadeia produtiva da indústria metalmeccânica como um todo, alinhando-se às diretrizes da Indústria 4.0.

No plano local, a pesquisa contribui diretamente para o desenvolvimento da Furgões Joinville, empresa de significativa relevância econômica para a cidade e região. Em termos regionais, oferece um modelo replicável para outras empresas com estruturas produtivas similares, podendo inspirar políticas públicas voltadas à inovação e à modernização industrial. Em âmbito nacional, os resultados reforçam o papel estratégico da integração entre pesquisa acadêmica e prática empresarial, promovendo a competitividade da indústria brasileira e ampliando o repertório metodológico da gestão da produção.

Quanto à visibilidade e inserção institucional, esta pesquisa se consolida como uma iniciativa de impacto acadêmico e social, com significativa inserção no contexto local e regional. As soluções propostas e os resultados obtidos possuem potencial de replicabilidade nacional e podem ser difundidos em redes acadêmicas, fóruns industriais e eventos científicos. Há, ainda, perspectivas de internacionalização, especialmente por meio de parcerias com centros de pesquisa e universidades estrangeiras nas áreas de engenharia de produção, sistemas de manufatura e digitalização industrial. A adoção de práticas globalmente reconhecidas, como o Lean e a transformação digital, fortalece as

possibilidades de cooperação técnica internacional, elevando o padrão da pesquisa a um patamar competitivo em escala global.

5 CONCLUSÃO

A descrição das rotinas produtivas foi realizada por meio de observações sistemáticas no setor de montagem de carrocerias da empresa metal mecânica Furgões Joinville. Identificou-se um processo produtivo manual, com colaboradores atuando em diferentes etapas da furação e rebiteagem, por vezes acumulando funções e realizando transporte de materiais em longas distâncias. O uso de equipamentos pneumáticos gera elevados níveis de ruído e vibração, enquanto a disposição física do ambiente e a ausência de padronização dificultam o fluxo contínuo das atividades. Essa caracterização empírica permitiu contextualizar os métodos adotados e evidenciar suas limitações práticas no cenário fabril analisado. Como desdobramento, recomenda-se a realização de estudos longitudinais que acompanhem a implementação das melhorias sugeridas, avaliando seus impactos sobre indicadores de produtividade e condições ergonômicas no ambiente fabril nesta PME.

No decorrer na pesquisa foram descritos e analisados os processos de furação e rebiteagem aplicados na fabricação de carrocerias de caminhões. Nesse segmento específico, verificou-se que tais processos são realizados integralmente de forma manual, com o auxílio de ferramentas pneumáticas, como furadeiras e rebiteadeiras. Embora esses métodos sejam fundamentais para garantir a integridade estrutural, a segurança e o desempenho dos produtos, a ausência de automação compromete a eficiência e gera implicações ergonômicas importantes no ambiente produtivo. Diante desse cenário, destaca-se a necessidade de estudos que avaliem a viabilidade de implantação de tecnologias de apoio ergonômico, como exoesqueletos e dispositivos antivibração, considerando seus impactos sobre a saúde ocupacional e a receptividade dos trabalhadores às inovações propostas, nas células de furação e rebiteagem.

As entrevistas realizadas com os colaboradores permitiram aprofundar a compreensão das rotinas operacionais e revelaram desafios significativos enfrentados no cotidiano da produção, como a sobrecarga física, a escassez de mão de obra, a falta de padronização nas tarefas e falhas na comunicação entre setores. Os depoimentos também evidenciaram o reconhecimento da importância do trabalho em equipe e o interesse dos trabalhadores em melhorias estruturais e tecnológicas que tornem o processo mais eficiente e seguro. Esses achados apontam para a necessidade promover de estratégias eficazes de gestão da mudança e programas de capacitação técnica que favoreçam a modernização progressiva e o engajamento dos profissionais nesta organização.

No formato atual, o processo de rebiteagem tradicional onde o rebites são instalados manualmente pelos operadores, utilizando ferramentas pneumáticas, observam-se atividades repetitivas, alto índice de absenteísmo e turnover, além disso, o uso contínuo de ferramentas com

vibração acarreta riscos ergonômicos consideráveis, devido ao peso dos equipamentos e à exposição prolongada. Esses aspectos reforçam a necessidade de reestruturação dos métodos de trabalho, com vistas à adoção de práticas mais modernas, alinhadas à ergonomia, automação dos processos fabris e à eficiência operacional. Nesse contexto, torna-se relevante investigar como os princípios da Indústria 5.0 podem ser progressivamente incorporados na empresa objeto de estudo, tendo em vista sua baixa automação, priorizando o bem-estar dos colaboradores, a customização dos processos e a sustentabilidade produtiva.

Com base na análise técnica e nas percepções dos colaboradores, foram propostas melhorias significativas nos processos de furação e rebiteagem, com foco na eficiência operacional, no conforto ergonômico e na sustentabilidade. As recomendações envolvem a padronização das atividades, a reorganização do layout fabril com a criação de células produtivas específicas para rebiteagem e furação, bem como a introdução gradual de tecnologias de automação, como a rebiteagem servoassistida e autoperfurante, a exemplo do sistema DOB, utilizado na indústria aeronáutica.

Paralelamente, destaca-se a necessidade de implementação de indicadores de desempenho para monitoramento contínuo da produção, melhorias nas condições ambientais e a capacitação técnica constante dos colaboradores, de modo a garantir a adaptação às inovações tecnológicas e o fortalecimento da cultura de segurança no ambiente de trabalho. Recomenda-se o desenvolvimento de um modelo de indicadores de desempenho ajustado à realidade de pequenas e médias empresas do setor metalmeccânico, com foco em ergonomia, produtividade e sustentabilidade, a fim de orientar decisões estratégicas baseadas em evidências e fortalecer a competitividade dessas organizações no cenário industrial contemporâneo.

Essas propostas encontram respaldo nas práticas do *Lean Manufacturing* — como 5S, *Kanban* e *Kaizen* — e se alinham às diretrizes da Indústria 4.0, promovendo a modernização dos processos e a valorização do capital humano, conforme conceito da Indústria 5.0. Inserido nesse contexto, o setor de fabricação de carrocerias adota um planejamento técnico rigoroso, pautado pelas normas de segurança e desempenho estrutural exigidas por órgãos reguladores como o Inmetro e o Contran assegurando precisão dimensional, resistência estrutural e qualidade no produto final.

Com base na análise realizada, conclui-se que os processos de furação e rebiteagem no setor de montagem de carrocerias da empresa Furgões Joinville apresentam fragilidades operacionais significativas, decorrentes da predominância de métodos manuais, ausência de padronização, disposição inadequada do layout produtivo e impactos ergonômicos resultantes do uso contínuo de ferramentas pneumáticas. As observações de campo e os relatos dos colaboradores evidenciaram um ambiente produtivo desafiador, marcado por sobrecarga física, falhas na comunicação intersetorial e limitações estruturais que comprometem a eficiência e o bem-estar dos trabalhadores.

Nesse contexto, foram propostas recomendações que visam à reestruturação dos processos, com ênfase na automação progressiva, reorganização do espaço fabril, implementação de indicadores de desempenho e capacitação técnica contínua. Tais medidas, fundamentadas nas diretrizes do Lean Manufacturing e da Indústria 4.0, representam um caminho viável para elevar a produtividade, garantir condições de trabalho mais seguras e promover a sustentabilidade da produção, conforme propõe a metodologia da Indústria 5.0. A transformação proposta não apenas responde às demandas operacionais identificadas, mas também posiciona a empresa em consonância com as exigências contemporâneas da indústria de implementos rodoviários, visando a alcançar o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9 (ODS 9).

Como perspectivas de pesquisas futuras, embora este estudo tenha proporcionado um diagnóstico e contextualização dos problemas ergonômicos e ambientais através de sua abordagem qualitativa, ele abre caminho para investigações futuras que possam quantificar e generalizar esses achados. Perspectivas promissoras sugere: (i) a realização de estudos quantitativos com dosimetria de ruído, temperatura, umidade do ar e avaliação da aceleração para mensurar com precisão os níveis de exposição a ruído, calor e vibração de mãos e braços, permitindo a comparação com os limites estabelecidos na NR-15 e a quantificação do risco real; (ii) a condução de análises estatísticas que correlacionem essas variáveis físicas com indicadores de saúde e produtividade (como taxa de erro, absenteísmo), a fim de construir modelos preditivos de risco; e (iii) a implementação de pesquisas-ação para validar a eficácia das intervenções propostas, como exoesqueletos e vestimentas de resfriamento, medindo objetivamente a redução da carga biomecânica e a melhoria no conforto térmico antes e depois de sua implantação.

Dessa forma, futuros trabalhos poderão corroborar com as evidências aqui levantadas e fornecer subsídios técnicos robustos para a elaboração de normas e a priorização de investimentos em ergonomia na indústria de implementos rodoviários.

TERMO DE ORIGINALIDADE E DE USO OU NÃO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) PARA ENTREGA DA DISSERTAÇÃO PARA DEFESA

Eu, **ELAINE RIBEIRO CRUZ**, estudante do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Produtivos em forma associativa entre UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE, declaro, para os devidos fins, que a minha dissertação, intitulada **MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS**, foi desenvolvido exclusivamente por mim, resultado de pesquisa original e que todas as fontes utilizadas estão devidamente citadas e referenciadas segundo as normas definidas pelo Programa.

E quanto ao Uso de Inteligência Artificial (IA) Regenerativa ou Instrumentos Assistidos de Outros Tipos/Classificações (por Capacidade, Funcionalidade, ...):

() Declaro que **NÃO UTILIZEI** quaisquer instrumentos de Inteligência Artificial (IA), de qualquer tipo, mas não se limitando a modelos de linguagem generativos (como ChatGPT, Bard, etc.), ferramentas de geração de imagens, áudio, vídeo ou código, ou qualquer outra tecnologia baseada em IA, em qualquer etapa da concepção, desenvolvimento, escrita ou revisão desta Dissertação. **Todo o conteúdo e ideias apresentados são de minha autoria exclusiva, baseada na literatura que apoiou o desenvolvimento desta pesquisa.**

(x) Declaro que **UTILIZEI** instrumentos de Inteligência Artificial (IA) no desenvolvimento desta Dissertação, primando pelo uso responsável, de forma ética e transparente, de acordo com as etapas abaixo indicadas. A supervisão e a autoria intelectual de todo o trabalho permanecem de minha responsabilidade exclusiva.

(x) **Concepção do Estudo/Pesquisa:**

- () Ferramenta(s) de IA utilizada(s): CHAT (GPT/DeepSeek), IAs de buscas.
- () Finalidade: Revisão textual, expansão das possibilidades de buscas por artigos relevantes.
- () Materialidade (indicar a localização na estrutura do texto): Ferramentas de busca na revisão da literatura; na revisão de escritas do texto.

(x) **Fundamentação e Revisão da Literatura:**

- () Ferramenta(s) de IA utilizada(s): Consensus, IA Scholar, CHATpdf
- () Finalidade: Buscas. O CHATpdf foi utilizado para localizar informações na análise de conteúdos.
- () Materialidade (indicar a localização na estrutura do texto):

() **Delineamento Metodológico (Materiais e Métodos):**

- () Ferramenta(s) de IA utilizada(s):
- () Finalidade:
- () Materialidade (indicar a localização na estrutura do texto):

() **Coleta e Interpretação de Dados:**

- () Ferramenta(s) de IA utilizada(s):
- () Finalidade:
- () Materialidade (indicar a localização na estrutura do texto):

(x) **Melhoria da Linguagem e Revisão de Texto:**

- () Ferramenta(s) de IA utilizada(s): CHAT (GPT/DeepSeek).
- () Finalidade: Revisão textual
- () Materialidade (indicar a localização na estrutura do texto):

Declaro que estou ciente da necessária integridade da pesquisa acadêmica e que a utilização de instrumentos de Inteligência Artificial deve ser declarada e eventualmente utilizada de forma a complementar e auxiliar meu trabalho, sem comprometer a originalidade e a autoria intelectual da Dissertação. Por tudo isso, eu assumo integralmente a responsabilidade pelo conteúdo final apresentado e por esta declaração, de acordo com as estipulações legais e responsabilidades que regulam esta matéria.

Declaro, ainda, que não utilizei trabalho de outros autores sem a devida menção, nem reproduzi, integral ou parcialmente, trabalhos de terceiros. As ideias e interpretações apresentadas são de minha inteira responsabilidade.

Documento assinado digitalmente
 **ELAINE RIBEIRO CRUZ**
Data: 27/08/2026 22:14:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Joinville, 10 de julho de 2025

Elaine Ribeiro Cruz
CPF: 041.705.079-83

REFERÊNCIAS

- Abbas, J., & Sağsan, M. (2019). Impact of knowledge management practices on green innovation and corporate sustainable development: A structural analysis. *Journal of Cleaner Production*, 229, 611–620. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.024>
- Abubakar, A. M., Elrehail, H., Alatailat, M. A., & Elçi, A. (2019). Knowledge management, decision-making style and organizational performance. *Journal of Innovation and Knowledge*, 4(2), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.07.003>
- Anfir, A. N. das E. F. de I. R. (2023). *ANFIR, Associação Nacional das Empresas Fabricantes de Implementos Rodoviários*. <https://anfir.org.br/>
- ANTT. (2023). *Agência Nacional de Transportes Terrestres*. <https://www.gov.br/antt/pt-br>
- Aslam, F., Aimin, W., Li, M., & Rehman, K. U. (2020). Innovation in the era of IoT and industry 5.0: Absolute innovation management (AIM) framework. *Information (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/info11020124>
- Assoratgoon, W., & Kantabutra, S. (2023). Toward a sustainability organizational culture model. *Journal of Cleaner Production*, 400(September 2022), 136666. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136666>
- Azevedo, M. G., Alves, M. de F., & De, R. L. S. (2015). *A indústria de implementos rodoviários e sua importância para o aumento da eficiência do transporte de cargas no Brasil*. BNDES. <http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>
- Baiyere, A., Salmela, H., & Tapanainen, T. (2020). Digital transformation and the new logics of business process management. *European Journal of Information Systems*, 29(3), 238–259. <https://doi.org/10.1080/0960085X.2020.1718007>
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo* (70th ed.). LISBOA.
- Bennetts, J., Vardanega, P. J., Taylor, C. A., & Denton, S. R. (2020). Survey of the use of data in UK bridge asset management. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Bridge Engineering*, 173(4), 211–222. <https://doi.org/10.1680/jbren.18.00050>
- Bhargava, A., Bester, M., & Bolton, L. (2021). Employees' Perceptions of the Implementation of Robotics, Artificial Intelligence, and Automation (RAIA) on Job Satisfaction, Job Security, and Employability. *Journal of Technology in Behavioral Science*, 6(1), 106–113. <https://doi.org/10.1007/s41347-020-00153-8>
- Borba, N. Z., dos Santos, J. F., & Amancio-Filho, S. T. (2019). The influence of clamping pressure on joint formation and mechanical performance of Ti6Al4V/CF-PEEK friction-riveted joints. *Materials*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/ma12050745>
- Buffa, G., Fratini, L., La Commare, U., Römisch, D., Wiesenmayer, S., Wituschek, S., & Merklein, M. (2022). Joining by forming technologies: current solutions and future trends. *International Journal of Material Forming*, 15(3). <https://doi.org/10.1007/s12289-022-01674-8>
- Degli, U., & Di, S. (2018). Fashion 4.0: an empirical analysis of how northern italian firms cope with industry 4.0 technologies. *Thesis.Unipd.It*, 1, 1–80.

- Ding, Y., Cai, M., & Yu, X. (2022). Comparison of Joinery Methods on the Strength of Joining Aluminum Alloy and Steel Parts in a Vehicle. *Journal of Physics: Conference Series*, 2386(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2386/1/012093>
- Diogo, R. A. (2019). A transformação digital e a gestão do conhecimento: contribuições para a melhoria dos processos produtivos e organizacionais. *PsP & Inovação*, 1(2), 154–175. <https://doi.org/10.21721/p2p.2019v5n2.p154-175>
- Dziallas, M., & Blind, K. (2019). Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*, 80–81(July 2018), 3–29. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- Fisch, L. (1957, December 29). *Hearing Impairment From Noise Of Pneumatic Drills*. The Journal of Laryngology & Otology. <https://doi.org/10.1017/S0022215100052555>
- Ghadge, K., & Chakrabarti, A. (2020). A framework for knowledge management in manual assembly processes. *Procedia CIRP*, 88(July 2019), 94–97. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.017>
- Godoi, C. D. L. (2024). *Gestão do Conhecimento como suporte ao aprimoramento dos sistemas produtivos da agricultura familiar*. <https://ppgsp.net/>
- Grohmann, R., & Araújo, W. F. (2021). The (Brazilian) factory floor of artificial intelligence: Data production and the role of communication among appen and Lionbridge workers. *Palavra Chave*, 24(3), 1–30. <https://doi.org/10.5294/pacla.2021.24.3.8>
- He, X., Xing, B., Zeng, K., Gu, F., & Ball, A. (2013). Numerical and experimental investigations of self-piercing riveting. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 69(1–4), 715–721. <https://doi.org/10.1007/s00170-013-5072-0>
- He, Y., Wang, J., Wu, Z., Hu, L., Xiong, Y., & Fan, W. (2002). Smoke venting and fire safety in an industrial warehouse. *Fire Safety Journal*, 37(2), 191–215. [https://doi.org/10.1016/S0379-7112\(01\)00045-5](https://doi.org/10.1016/S0379-7112(01)00045-5)
- Hewitt, S., Dong, R. G., Welcome, D. E., & McDowell, T. W. (2015). Anti-vibration gloves? *Annals of Occupational Hygiene*, 59(2), 127–141. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meu089>
- Huang, C. Y., Lee, D., Chen, S. C., & Tang, W. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- IBGE. (2023). *Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. <https://Odsbrasil.Gov.Br>. <https://odsbrasil.gov.br>
- IBGE, & Estatística, I. B. de G. e. (2023). *IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. <https://www.ibge.gov.br/>
- Ibrahim, A. H. (2023). *Experimental Assessment and Computational Modeling of Adhesive , Self Piercing Rivets (SPR), and Hybrid (Adhesive-SPR) Joints : Enhancing Joint Performance for Aluminum Sheet Material by.*
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Rab, S., & Suman, R. (2021). Significance of sensors for industry 4.0: Roles, capabilities, and applications. *Sensors International*, 2(May), 100110. <https://doi.org/10.1016/j.sintl.2021.100110>

- Jones, J. L. S., & Linderman, K. (2014). Process management, innovation and efficiency performance: The moderating effect of competitive intensity. *Business Process Management Journal*, 20(2), 335–358. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2013-0026>
- Jorgensen, M. J., Hakansson, N. A., & Desai, J. (2022). Influence of different passive shoulder exoskeletons on shoulder and torso muscle activation during simulated horizontal and vertical aircraft squeeze riveting tasks. *Applied Ergonomics*, 104(April), 103822. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2022.103822>
- Jurčić, M., Lovrenčić, S., & Kurnoga, N. (2020). Croatian Defense Industry Competitiveness Cluster: Knowledge Management and Innovation Perspective. *Business Systems Research*, 11(1), 59–72. <https://doi.org/10.2478/bsrj-2020-0005>
- Kaasinen, E., Schmalfuß, F., Öztürk, C., Aromaa, S., Boubekur, M., Heilala, J., Heikkilä, P., Kuula, T., Liinasuo, M., Mach, S., Mehta, R., Petäjä, E., & Walter, T. (2020). Empowering and engaging industrial workers with Operator 4.0 solutions. *Computers and Industrial Engineering*, 139(January 2019), 105678. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.01.052>
- Kotadia, H. R., Rahnama, A., Sohn, I. R., Kim, J., & Sridhar, S. (2019). Performance of dissimilar metal Self-Piercing Riveting (SPR) joint and coating behaviour under corrosive environment. *Journal of Manufacturing Processes*, 39(October 2018), 259–270. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2019.02.024>
- Kumar, R. (2011). *Research Metodololy* (Sage (ed.); 3.º Editio).
- Kumar, S. S., & Kumar, M. P. (2014). Cycle Time Reduction of a Truck Body Assembly in an Automobile Industry by Lean Principles. *Procedia Materials Science*, 5, 1853–1862. <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2014.07.493>
- Lei, C., & Li, J. (2020). Effect of rivet die structure on the quality of riveted aircraft structures using slug rivet. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 107(1–2), 229–245. <https://doi.org/10.1007/s00170-020-04963-1>
- Lewi, J. ritchue and J. (2003). *Qualitative, A Guide for*. 379.
- Lima, F. R., & Gomes, R. (2020). Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0. *Revista Brasileira de Inovação*, 19, 1–30. <https://doi.org/10.20396/rbi.v19i0.8658766>
- Liu, Y., Fang, Q., Zhao, A., Yang, F., Wang, H., & Ke, Y. (2019). Design of DOB-based riveting force controller for dual-machine horizontal drilling and riveting system. *Mechatronics*, 63(August), 15. <https://doi.org/10.1016/j.mechatronics.2019.102263>
- Llopis-Albert, C., Rubio, F., & Valero, F. (2021). Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 162(June 2020), 120343. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120343>
- Lu, Y., Zheng, H., Chand, S., Xia, W., Liu, Z., Xu, X., Wang, L., Qin, Z., & Bao, J. (2022). Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. *Journal of Manufacturing Systems*, 62(January), 612–627. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2022.02.001>
- M.T.E. (2021). *NRB 15. NR 15 - ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES - ANEXO 8*. <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao->

social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15

- Madsen, D. Ø., & Berg, T. (2021). An exploratory bibliometric analysis of the birth and emergence of industry 5.0. *Applied System Innovation*, 4(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/asi4040087>
- Maggessi, K. M. F., Moutinho Lopes, L. O., Cellular Massone, A. C., Barateiro, C. E. R. B., De Farias Filho, J. R., & Do Valle Faria, A. (2021). Inovação e interdisciplinaridade: um estudo de caso no desenvolvimento de competências no curso de engenharia civil. *Conhecimento & Diversidade*, 13(30), 45. <https://doi.org/10.18316/rcd.v13i30.8350>
- Matt, D. T., Modrák, V., & Zsifkovits, H. (2020). Industry 4.0 for smes: Challenges, opportunities and requirements. In *Industry 4.0 for SMEs: Challenges, Opportunities and Requirements*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-25425-4>
- Mei, B., & Zhu, W. (2021). Accurate positioning of a drilling and riveting cell for aircraft assembly. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 69(December 2020). <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.102112>
- Mori, K. ichiro, & Abe, Y. (2018). A review on mechanical joining of aluminium and high strength steel sheets by plastic deformation. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2018.02.002>
- Mott, R. D. (2018). *Effect of Panel Inertia and Stiffness on Rivet Formation Rate during Percussive Riveting*. <https://ischool.uw.edu/programs/msim/admissions/international-student>.
- Ode, E., & Ayavoo, R. (2020). The mediating role of knowledge application in the relationship between knowledge management practices and firm innovation. *Suma de Negocios*, 5(3), 210–218. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.08.002>
- Passos, L. H. S. (2020). A Indústria 4.0: Fundamentos e Principais Impactos na Economia Brasileira. *Revista de Administração e Negócios Da Amazônia*, 12(2), 53–63. <https://doi.org/10.18361/2176-8366/rara.v12n2p53-63>
- Pereira, B., Griffiths, C. A., Birch, B., & Rees, A. (2022). Optimization of an autonomous robotic drilling system for the machining of aluminum aerospace alloys. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(3–4), 2429–2444. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-08483-4>
- Pereira, R. T. (2023). *Gestão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos sob a ótica da responsabilidade compartilhada entre iniciativa privada e consumidor*. <https://ppgsp.net/>
- Phuyal, S., Bista, D., & Bista, R. (2020). Challenges, Opportunities and Future Directions of Smart Manufacturing: A State of Art Review. *Sustainable Futures*, 2(March), 100023. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2020.100023>
- Piowar-Sulej, K. (2021). Human resources development as an element of sustainable HRM – with the focus on production engineers. *Journal of Cleaner Production*, 278, 124008. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124008>
- Poswa, F., Adenuga, O. T., & Mpofu, K. (2022). Productivity Improvement Using Simulated Value Stream Mapping: A Case Study of the Truck Manufacturing Industry. *Elsevier*, 10(9), 94–97.

<https://doi.org/10.3390/pr10091884>

- Qiu, W., Zhang, M., & Jiang, J. (2017). An assessment of the permissible exposure limit for industrial complex noise exposure. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(5_Supplement), 3732–3732. <https://doi.org/10.1121/1.4988193>
- Rainer, M., Matthias, V., Aaron, G., Ali, K., & Tobias, M. (2018). Development of a Human-Robot-Collaboration System using the Example of a Riveting Process in Aircraft Assembly. *Journal of Robotics and Automation*, 2(1), 69–77. <https://doi.org/10.36959/673/357>
- Ramasahayam, A. R., Agarwal, K., & Islam, N. (2023). Applying Lean Thinking to Improve Processes in the Trucking Industry. *Department of Automotive and Manufacturing Engineering Technology*, 1, 1–13.
- Raynaut, C. (2014). Os Desafios Contemporâneos da da Produção do Conhecimento: O Apelo para Interdisciplinaridade. *Interthesis*, 11(1), 1–22. <https://doi.org/10.5007/1807-1384.2014v11n1p1>
- Sakurai, R., & Zuchi, J. D. (2018). As Revoluções Industriais até a Indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*, 15(2), 480–491. <https://doi.org/10.31510/infa.v15i2.386>
- Sampieti, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. del P. B. (2013). *Metodologia de Pesquisa* (5.º Edição). Penso Editora Ltda.
- SENAI, S. (2025). *Plataforma de Inovação para a Indústria*. <https://www.portaldaindustria.com.br/canais/plataforma-inovacao-para-industria/categoria/rota-2030-desafios/>
- SESI, & SENAI. (2023). *Regulamento Geral e Categorias - 2023*. <https://www.portaldaindustria.com.br/canais/plataforma-inovacao-para-industria/categoria/agendatech/>
- Sharyy, V., Pasnak, I., & Renkas, A. (2022). Optimizing the Process of Fire Detection in Warehouses Considering the Type and Location of Fire Detectors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10–116), 66–73. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254620>
- Silva, R. S., & Zorzo, A. (2021). *Logística, Transporte e Desenvolvimento Econômico*. IX(2), 1403–1420. https://books.google.com/books?id=9PFnW_tDprUC&pgis=1
- Soliani, R. D. (2021). Brazilian Road Freight Transportation Sector: The Challenge of Sustainability. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, November, 32–41. <https://doi.org/10.18178/jtle.9.2.32-41>
- Tierney, C., Higgins, C., Quinn, D., Backer, J. De, Allen, C., Örtinä, A., Persson, J., McClelland, J., Higgins, P., & Murphy, A. (2020). A scalable cost modelling architecture for evaluating the production cost-effectiveness of novel joining techniques for aircraft structures. *Procedia Manufacturing*, 54, 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.07.002>
- Vi, L. T. (2020). “The Effect of Aircraft Manufacturing Riveting Tools on Hand-arm Vibrat” by Lou Toua Vi. *Elsevier*, July. https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses/5200/
- Vi, L. T., Bangaru, S. S., Aghazadeh, F., Banks, A. D., & Pusapati, V. K. V. (2022). Effect of riveting tools on riveters’ vibration exposure and muscle fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 92(July), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103341>

- Villani, E., Suterio, R., Trabasso, L. G., Furtado, L. F. F., Alvarado, B. H. L., & Amorim, D. Y. K. (2010). Avaliação metrológica de um robô industrial para montagem estrutural de aeronaves. *Controle y Automacao*, 21(6), 634–646. <https://doi.org/10.1590/S0103-17592010000600009>
- Wang, H., Xu, Z., Ge, B., & Li, J. (2023). Experimental study on a phase change cooling garment to improve thermal comfort of factory workers. *Building and Environment*, 227(P1), 109819. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109819>
- Weier, M. H. (2020). The Association Between Occupational Exposure to Hand–Arm Vibration and Hearing Loss: A Systematic Literature Review. *Safety and Health at Work*, 11(3), 249–261. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.04.003>
- Woltjer, G., van Galen, M., & Logatcheva, K. (2021). Industrial Innovation, Labour Productivity, Sales and Employment. *International Journal of the Economics of Business*, 28(1), 89–113. <https://doi.org/10.1080/13571516.2019.1695448>
- Wu, J., Chen, C., Ouyang, Y., Qin, D., & Li, H. (2021). Recent development of the novel riveting processes. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 117(1–2), 19–47. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-07689-w>
- Yamaguchi Cristina Keiko;Oscar Rubem Klegues Montedo. (2023). EDITAL nº 006/2023/PPGSP BOLSA MAI/DAI/CNPq NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NÍVEL DE MESTRADO EM SISTEMAS PRODUTIVOS (PPGSP) EM FORMA ASSOCIATIVA ENTRE UNIPLAC, UNC, UNESC e UNIVILLE. 1–9.
- Yang, B., Shan, H., Han, X., Lin, S., Ma, Y., Lou, M., Wang, X., & Li, Y. (2022). Single-sided friction riveting process of aluminum sheet to profile structure without prefabricated hole. *Journal of Materials Processing Technology*, 307(March), 117663. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2022.117663>

APÊNDICE 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você Sr. (a), está sendo convidado (a), a participar da pesquisa intitulada “MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS”, desenvolvida pela pesquisadora responsável Elaine Ribeiro Cruz, sob orientação da Prof^a. Dr^a. Mari Aurora Favaro Reis e Co-orientação do Prof. Dr. Marcelo Leandro de Borba.

Sua participação será no sentido de responder ao questionário apresentado na sequência deste Termo, o qual não se configurará como teste, portanto, não existe resposta certa ou errada, onde é possível, após a leitura atenciosa das questões, assinalar a opção correspondente a caracterização da empresa ou quando oportuno, responder de forma a expressar sua opinião e levará no máximo 15 minutos para concluir o preenchimento do questionário. Sua participação nesta pesquisa é de suma importância para identificar as práticas de melhoria nos processos de furação e rebiteamento de fabricação de carrocerias.

Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 05 anos, e após esse tempo serão destruídos. É garantido o sigilo e assegurada a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, além disso é importante saber que não há despesas pessoais para você em qualquer fase do estudo, como também não há compensação financeira, pois a mesma é voluntária.

É possível recusar-se a participar, como também poderá desistir da pesquisa a qualquer momento, inclusive perante constrangimento de alguma natureza ou desconforto ao responder as perguntas, sem que lhe acarrete qualquer prejuízo. Se houver qualquer dano decorrente da pesquisa, a pesquisadora garante indenização ao participante. É garantido esclarecimento antes, durante e após a pesquisa em qualquer aspecto que desejar, bem como, caso seja de seu interesse e mencionado a pesquisadora terá livre acesso aos resultados do estudo. Os resultados deste estudo poderão ser apresentados por escrito ou oralmente na sua dissertação, em congressos e revistas científicas, sem que os nomes dos participantes sejam divulgados. Como benefício, o projeto poderá promover benefícios à empresa e colaboradores a partir dos resultados da pesquisa e os conhecimentos associados a métodos e processos de furação e rebiteamento

Em caso de considerações ou quaisquer dúvidas você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Elaine Ribeiro Cruz pelo e-mail elaine@uniplaclages.edu.br ou telefone (47) 99692-2757, se considerações ou dúvidas sobre a ética da pesquisa, é possível contatar o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Univille, no endereço Rua Paulo Malschitzki, 10, Bairro Zona Industrial, Campus Universitário, CEP 89.219-710 - Joinville/SC, pelo telefone (47) 3461-9235, em horário comercial, de segunda a sexta, ou pelo e-mail comitetica@univille.br.

Após ser esclarecido sobre as informações da pesquisa, caso queira fazer parte do estudo, assinale o ícone com a informação “Sou maior de 18 anos e concordo em participar da pesquisa das Estratégias Para Mudanças nos Processos de Furação e Rebiteamento na Fabricação de Carrocerias”. Se não quiseres participar, pode assinalar o ícone com a informação “Não desejo participar desta pesquisa”. As informações neste termo são importantes e incluem o contato com o pesquisador responsável pela pesquisa. Orienta-se que você salve um print de tela e/ou imprima este documento.

Elaine Ribeiro Cruz - Pesquisador Responsável

Consentimento de Participação. Eu, _____
concordo voluntariamente em participar da pesquisa intitulada “MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS”, conforme informações contidas neste TCLE.

Joinville, ____/____/____.

Assinatura do participante

APÊNDICE 2 – PERGUNTAS DA ENTREVISTA

A pesquisa sobre “MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS” tem como objetivo identificar as práticas de melhoria nos processos de furação e rebite de fabricação de carrocerias. As informações desta pesquisa serão tratadas de sigilosa e seus resultados serão utilizados para a dissertação de Mestrado: “MELHORIA NOS PROCESSOS DE FURAÇÃO E REBITAGEM NA FABRICAÇÃO DE CARROCERIAS”

As perguntas foram adaptadas da literatura (Bennetts et al., 2020) e não existem respostas certas ou erradas. Caso tenha interesse terá livre acesso aos resultados da pesquisa.

Agradecemos sua importante contribuição.

Mestranda: Elaine Ribeiro Cruz

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mari Aurora Favaro Reis

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Leandro de Borba

Protocolo de Entrevista

- 1) Qual sua função na empresa?
- 2) Qual sua função no dia a dia?
- 3) Há quanto tempo você está na empresa? E em sua função atual?
- 4) Olhando os itens que são produzidos, como você percebe a importância da contribuição de seu trabalho para a entrega dos produtos?
- 5) Em sua atividade, qual sua rotina de trabalho?
- 6) Em sua visão, teria alguma melhoria que possa contribuir no processo de fabricação das carrocerias?
- 7) O que poderia ser melhorado em seu posto de trabalho?
- 8) O que o motiva em seu ambiente de trabalho?
- 9) O que você mais gosta e o que menos gosta na empresa que trabalha?
- 10) Os funcionários recebem uma comunicação clara sobre as mudanças nos procedimentos

APÊNDICE 3: TRADUÇÃO DAS ENTREVISTAS

As entrevistas foram transcritas e analisadas de acordo com os áudios das gravações. O documento das transcrições está disponível no link: <https://acesse.one/Pw0MJ>. Acesso em: 23 de maio de 2025.