



**FACULDADE DE GOIANA – FAG**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

**ÉVERTON GUILHERME UCHÔA RODRIGUES**

**O IMPACTO DA LIMPEZA TÉCNICA ESPECIALIZADA NA MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA DO SETOR AUTOMOTIVO: estudo de caso em Goiana-PE**

GOIANA

2024

**ÉVERTON GUILHERME UCHÔA RODRIGUES**

**O IMPACTO DA LIMPEZA TÉCNICA ESPECIALIZADA NA MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA DO SETOR AUTOMOTIVO: estudo de caso em Goiana-PE**

Artigo científico apresentado ao Curso de Graduação em Administração, da Faculdade de Goiana - FAG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Administração.

Orientador: Profa. Me. Roberta Vanessa Aragão Félix da Silva.

GOIANA

2024

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da FAG – Faculdade de Goiana, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R696i      Rodrigues, Éverton Guilherme Uchôa

O impacto da limpeza técnica especializada na manutenção preventiva do setor automotivo: estudo de caso em Goiana-PE. / Éverton Guilherme Uchôa Rodrigues. – Goiana, 2024.

50f. il.:

Orientador: Profa. Me. Roberta Vanessa Aragão Félix da Silva.

Monografia (Curso de Graduação em Administração) Faculdade de Goiana.

1. Limpeza técnica especializada. 2. Manutenção preventiva. 3. Indústria automotiva. 4. Eficiência operacional. I. Título.

BC/FAG

CDU: 658.581

**ÉVERTON GUILHERME UCHÔA RODRIGUES**

**O IMPACTO DA LIMPEZA TÉCNICA ESPECIALIZADA NA MANUTENÇÃO  
PREVENTIVA DO SETOR AUTOMOTIVO: estudo de caso em Goiana-PE**

Artigo científico apresentado ao Curso de Graduação em Administração, da Faculdade de Goiana - FAG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Administração.

Goiana, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Me. Roberta Vanessa Aragão Félix da Silva (orientadora)

Faculdade de Goiana – FAG

---

Prof. Me. Gilberto Cordeiro de Andrade Junior (examinador)

Faculdade de Goiana – FAG

---

Profa. Dra. Marcela Vieira Leite (examinadora)

Faculdade de Goiana – FAG

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do processo produtivo na montadora.....	25
Figura 2 – Layout da montadora por oficina.....	27
Figura 3 – Layout da oficina de pintura por estações.....	28
Quadro 1 – Principais Práticas de LTE na Oficina de Pintura.....	30
Figura 4 – Equipamento de Limpeza Úmida (Mop).....	30
Figura 5 – Hidrojateador para Limpeza Molhada.....	31
Figura 6 – Jateadora de Gelo Seco para Limpeza com Máquinas.....	32
Gráfico 1 – Diagrama de Pareto das Falhas na Oficina de Pintura no ano de 2024.....	33
Figura 7 – Limpeza do Hidrojato.....	34
Figura 8 – Representação do Impacto da Implementação da LTE nas Métricas de Trabalho.....	36

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Comparativo de Falhas Antes e Após a Implementação da LTE.....	33
Tabela 2 – Taxa de Retrabalho Antes e Depois da Implementação da LTE.....	35
Tabela 3 – Análise das Perdas de Carrocerias Antes e Depois da Implementação da LTE.....	35
Tabela 4 – Impacto do LTE nos Custos Operacionais e Competitividade.....	38
Tabela 5 – Comparativo dos Custos Operacionais Antes e Após a Implementação da LTE.....	40

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CONASS	Conselho Nacional de Secretários de Saúde
ED	Eletrodeposição
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEDs	Investimentos Estrangeiros Diretos
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
LTE	Limpeza Técnica Especializada
MP	Manutenção Preventiva
PIB	Produto Interno Bruto
PT	Processos de Fosfatização

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Evolução da Indústria Automotiva no Brasil</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Políticas de Manutenção</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Objetivo da Manutenção Preventiva</i> .....	<b>16</b>
<b>2.2.2</b>	<i>Plano de Manutenção Preventiva</i> .....	<b>17</b>
<b>2.2.2.1</b>	MANUTENÇÃO PREDITIVA .....	<b>17</b>
<b>2.2.2.2</b>	MANUTENÇÃO DETECTIVA .....	<b>18</b>
<b>2.2.2.3</b>	MANUTENÇÃO CENTRALIZADA E DESCENTRALIZADA .....	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Limpeza Técnica Especializada (LTE)</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.1</b>	<i>Importância da Limpeza Técnica Especializada na Indústria</i> .....	<b>20</b>
<b>2.3.2</b>	<i>Classificação das Áreas</i> .....	<b>20</b>
<b>2.3.3</b>	<i>Tipos de Limpeza</i> .....	<b>21</b>
<b>2.3.3.1</b>	LIMPEZA CONCORRENTE .....	<b>21</b>
<b>2.3.3.2</b>	LIMPEZA TERMINAL .....	<b>21</b>
<b>2.3.3.3</b>	LIMPEZA ÚMIDA .....	<b>22</b>
<b>2.3.3.4</b>	LIMPEZA MOLHADA .....	<b>22</b>
<b>2.3.3.5</b>	LIMPEZA COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS .....	<b>22</b>
<b>2.3.3.6</b>	LIMPEZA SECA .....	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<i>Área de Estudo</i> .....	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Identificação das Práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE)</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1.1</b>	<i>Layout da Montadora e Contexto da Limpeza Técnica</i> .....	<b>26</b>
<b>4.1.2</b>	<i>Consolidando as Práticas de LTE</i> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Impacto da LTE na Redução de Falhas</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Custos Operacionais</b> .....	<b>38</b>
<b>4.4</b>	<b>Relação entre a LTE e a Redução de Custos Operacionais</b> .....	<b>39</b>
<b>4.4.1</b>	<i>Análise Comparativa dos Custos Operacionais</i> .....	<b>39</b>
<b>4.5</b>	<b>Proposta de Melhorias no Processo de LTE</b> .....	<b>41</b>
<b>4.6</b>	<b>Conexão entre resultados e teoria e ampliação de falhas não reduzidas</b> .....	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>

## **O IMPACTO DA LIMPEZA TÉCNICA ESPECIALIZADA NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO SETOR AUTOMOTIVO: estudo de caso em Goiana-PE**

**Éverton Guilherme Uchôa Rodrigues<sup>1</sup>**

**Roberta Vanessa Aragão Félix da Silva<sup>2</sup>**

### **RESUMO**

A evolução da indústria automotiva trouxe desafios crescentes relacionados à eficiência produtiva e à manutenção preventiva. Neste contexto, a Limpeza Técnica Especializada (LTE) surge como uma solução estratégica para garantir qualidade e sustentabilidade nos processos industriais. Este estudo teve como objetivo geral analisar como a LTE contribui para a eficiência da manutenção preventiva e para a qualidade do processo produtivo automotivo, com foco na redução de falhas e melhoria no desempenho das cabines de pintura. A pesquisa, de caráter descritivo e qualitativo, foi conduzida em uma montadora no Polo Automotivo de Goiana-PE, utilizando observação direta e análise documental para coletar dados. Os resultados indicaram uma redução significativa de 39% nos custos operacionais, com economia de R\$ 20.800.000,00. Além disso, houve eliminação de falhas críticas como "Impurezas" e "Contaminação" e um aumento na produtividade de 800 para 1.000 veículos por mês, sem acréscimos nos custos operacionais. No aspecto teórico, o trabalho contribui para a literatura ao abordar a integração da LTE com práticas de manutenção preventiva, destacando sua relevância no contexto da Indústria 4.0. Praticamente, o estudo propõe melhorias concretas como a automação da detecção de impurezas e treinamentos para operadores. Entre as limitações, destaca-se o foco em uma unidade industrial e a ausência de análise de longo prazo. Para futuras pesquisas, sugere-se explorar o impacto ambiental e a aplicação da LTE em outros setores. Conclui-se que a LTE é uma ferramenta essencial para reduzir custos, melhorar a qualidade do produto e aumentar a competitividade no setor automotivo.

**Palavras-chave:** Limpeza técnica especializada; manutenção preventiva; indústria automotiva; eficiência operacional.

### **ABSTRACT**

The evolution of the automotive industry has posed increasing challenges related to production efficiency and preventive maintenance. In this context, Specialized Technical Cleaning (STC) emerges as a strategic solution to ensure quality and sustainability in industrial processes. This study aimed to analyze how STC contributes to the efficiency of preventive maintenance and the quality of the automotive production process, focusing on reducing failures and improving the performance of paint booths. The descriptive and qualitative research was conducted in an automotive plant located in Goiana-PE, using direct observation and document analysis for data collection. The results revealed a significant 39% reduction in operational costs, generating savings of R\$ 20,800,000. Additionally, critical failures such as "Impurities" and "Contamination" were eliminated, and productivity increased from 800 to 1,000 vehicles per

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Bacharelado em Administração da Faculdade de Goiana – FAG. e-mail: everton.guilherme.eg@gmail.com.

<sup>2</sup> Professora Mestra do Curso Bacharelado em Administração da Faculdade de Goiana – FAG. e-mail: robertavfelix@gmail.com.

month, without additional operational costs. Theoretically, the study contributes to the literature by exploring the integration of STC with preventive maintenance practices, highlighting its relevance in the context of Industry 4.0. Practically, it proposes concrete improvements such as automation of impurity detection and operator training. Key limitations include the focus on a single industrial unit and the absence of long-term analysis. Future research should explore the environmental impact and the application of STC in other sectors. It is concluded that STC is an essential tool to reduce costs, improve product quality, and enhance competitiveness in the automotive sector.

**Keywords:** Specialized technical cleaning; preventive maintenance; automotive industry; operational efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução da manutenção industrial registrou um marco significativo após a Segunda Guerra Mundial, quando a indústria passou a se adaptar para atender à crescente demanda do mercado. Até aquele período, as máquinas eram pouco mecanizadas e, muitas vezes, superdimensionadas, com forte dependência da mão de obra. Entretanto, a partir da década de 1950, impulsionada pela pressão de mercado por uma maior variedade de produtos, a mecanização dos equipamentos se intensificou, transformando o cenário industrial e resultando na criação de grandes áreas mecanizadas (Schwab, 2016; Nascimento, 2022).

Tal mudança acarretou um desafio relevante: o aumento nos custos de manutenção. Muitas empresas, inclusive nos dias atuais, ainda encaram a manutenção dos equipamentos como uma despesa indesejada (Silva Filho, 2018; Vicente, 2021). Contudo, quando bem planejada e estruturada, a manutenção deixa de ser um passivo e passa a ser uma fonte de vantagem competitiva (Marcon, 2021).

Ela aumenta a confiabilidade e a disponibilidade dos ativos produtivos, além de melhorar a qualidade e a produtividade. Nesse sentido, a manutenção preventiva torna-se crucial para evitar paradas não programadas e garantir que os equipamentos operem dentro dos padrões estabelecidos, contribuindo diretamente para a sustentabilidade econômica das organizações (Silva Filho, 2018; Santos, 2019; Vicente, 2021).

No contexto industrial contemporâneo, caracterizado por um elevado nível de competitividade e pela busca constante por melhorias na eficiência produtiva, a Limpeza Técnica Especializada (LTE) emerge como um elemento estratégico para a manutenção e a operação de equipamentos industriais. Inicialmente associada a práticas reativas da Primeira Geração da Manutenção, a LTE evoluiu para um processo fundamental, impulsionado pelos avanços tecnológicos trazidos pela Indústria 4.0. Esse progresso é especialmente relevante na

indústria automotiva, onde a LTE exerce papel central em processos críticos, como o de pintura automotiva (Vicente, 2021; Oliveira *et al.*, 2024).

O Polo Automotivo de Goiana-PE, inaugurado em 2015 pela Stellantis, é um dos mais avançados globalmente, com uma produção superior a 1,5 milhão de veículos. Esse polo impulsionou o crescimento econômico e social de Goiana, contribuindo para o aumento do PIB municipal e da arrecadação de ICMS, que viabilizam investimentos locais. O parque de fornecedores associado e um investimento de R\$ 13 bilhões para novas tecnologias reforçam o papel do polo como pilar econômico e de inovação em Pernambuco (Souza, 2023; PODER360, 2024).

Com a chegada da Quinta Geração da Manutenção, o foco não está apenas na preservação da funcionalidade dos equipamentos, mas também na extensão de sua vida útil e no aprimoramento de seu desempenho. Nesse contexto, a LTE vai além da simples manutenção da disponibilidade dos equipamentos, buscando agregar valor ao produto final, como no caso dos veículos automotivos, cujo acabamento depende diretamente da qualidade da limpeza e da manutenção das cabines de pintura (Silva Filho, 2018; Santos, 2019). A ausência de controle adequado ou a presença de contaminações nesses ambientes pode resultar em perdas de material, aumento de resíduos e redução da qualidade do produto, impactando negativamente a sustentabilidade e os custos de produção (Vicente, 2021; Oliveira *et al.*, 2024).

Além de contribuir para a eficiência operacional, a LTE está diretamente relacionada à qualidade do produto final. A remoção eficiente de resíduos e contaminantes nas cabines de pintura assegura que os veículos tenham um acabamento impecável, livre de imperfeições que possam comprometer sua estética ou durabilidade. Isso não só melhora a satisfação do cliente, como também fortalece a reputação da empresa, aumentando sua competitividade no mercado global (Rocha; Tarrento, 2022).

Outro aspecto relevante da LTE está relacionado à sustentabilidade ambiental. A limpeza técnica, quando realizada de forma adequada, minimiza o desperdício de materiais e a geração de resíduos, promovendo práticas mais sustentáveis. Essa abordagem está alinhada com as crescentes exigências ambientais e regulamentações mais rigorosas sobre emissões e descarte de resíduos. Assim, a LTE não só aprimora a eficiência operacional, como também permite que as empresas atendam às normas ambientais vigentes, promovendo uma produção mais responsável e sustentável (Sobreira, 2015).

A pintura é um processo de revestimento de superfícies por meio de tintas, abrangendo três áreas principais: pintura artística, arquitetônica e industrial (SBRT, 2013). No contexto industrial, sua função mais importante é a proteção anticorrosiva de estruturas metálicas e

equipamentos, como tubulações, tanques e navios, que devem seguir normas técnicas rigorosas para garantir a segurança e a eficácia de sua aplicação. A pintura se destaca como uma etapa essencial na produção industrial de diversos produtos, integrando-se ao fluxo tradicional de corte, estamparia, soldagem e montagem (Kunzler, 2019).

A preservação da pintura industrial em setores como o químico e petroquímico, por sua vez, enfrenta desafios semelhantes, uma vez que essas indústrias operam em ambientes agressivos. Nessas condições, esquemas especializados de pintura são necessários para controlar a corrosão, o que acarreta custos elevados (Rocha; Tarrento, 2022). Segundo Coutinho (2016), o custo da pintura industrial pode representar entre 3% e 5% do custo total da instalação. Com o envelhecimento das infraestruturas, a necessidade de manutenção preventiva torna-se cada vez mais premente, visto que a corrosão crescente gera despesas substanciais adicionais.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como pergunta-problema: "*Como a limpeza técnica especializada impacta a manutenção preventiva e a qualidade no setor de pintura automotiva?*"

Com base na pergunta de pesquisa, o presente estudo tem como objetivo geral analisar como a Limpeza Técnica Especializada (LTE) contribui para a eficiência da manutenção preventiva e para a qualidade no processo produtivo automotivo, com foco na redução de falhas e na melhoria do desempenho das cabines de pintura. Para alcançar esse objetivo, o trabalho propõe os seguintes objetivos específicos: **(I)** identificar as principais práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE) no processo de pintura na indústria automotiva, **(II)** avaliar o impacto da LTE na redução de falhas, **(III)** examinar a relação entre a LTE e a redução de custos operacionais na manutenção preventiva e **(IV)** propor melhorias específicas no processo de limpeza técnica das cabines de pintura.

Dessa forma, o presente estudo pretende oferecer uma visão abrangente sobre como a LTE pode não apenas aprimorar a manutenção preventiva, mas também contribuir para a qualidade do produto final e a sustentabilidade das operações industriais no setor automotivo.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Nesta seção, são apresentados os principais conceitos e estudos sobre manutenção industrial e Limpeza Técnica Especializada (LTE), focando no impacto dessas práticas na eficiência e qualidade do setor automotivo.

## 2.1 Evolução da Indústria Automotiva no Brasil

A evolução da indústria automobilística brasileira foi crucial para o desenvolvimento econômico e social do país, impulsionada por políticas governamentais que incentivaram a expansão da infraestrutura e atraíram investimentos estrangeiros. Desde a implantação de políticas de substituição de importações no pós-guerra até a modernização impulsionada pelo Plano Real, o setor automotivo consolidou-se como um dos mais estratégicos para a economia nacional (Pimenta, 2002; Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Inicialmente, o mercado brasileiro dependia amplamente de importações de veículos, principalmente dos Estados Unidos, mesmo com a presença de montadoras como a Ford e a General Motors, que começaram suas atividades no Brasil nas décadas de 1920 e 1930. Entretanto, a produção local só se intensificou após a Segunda Guerra Mundial, quando políticas de substituição de importações começaram a ser implementadas, visando reduzir a dependência externa e fomentar a criação de uma indústria nacional de automóveis (Pimenta, 2002; Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

O governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) foi um divisor de águas para a indústria automobilística nacional, com seu "Plano de Metas", que incluía a promoção de investimentos em infraestrutura e energia, além de incentivos diretos à instalação de fábricas no país. A partir de 1957, grandes montadoras começaram a produzir veículos modernos adaptados ao mercado brasileiro, o que culminou em um aumento expressivo na produção de veículos (Pimenta, 2002; Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Durante as décadas de 1970 e 1980, o setor passou por uma fase de expansão, com a chegada de novas montadoras e o desenvolvimento de polos industriais, especialmente na região do ABC paulista, que se destacou como um centro importante para a produção automotiva. Nesse período, a indústria brasileira enfrentou desafios, como a crise do petróleo e a necessidade de adaptação a novas tecnologias de produção, além de oscilações no mercado interno que afetaram a demanda por veículos (Pimenta, 2002; Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Após os anos 1990, a indústria automobilística brasileira passou por uma fase de significativa reestruturação e modernização, impulsionada por diversos fatores econômicos e tecnológicos. A abertura econômica promovida pelo governo, que incluiu a reabertura do mercado às importações, obrigou as montadoras a aumentarem a competitividade e a adaptarem-se a um novo cenário de competição global. Além disso, o Plano Real, que estabilizou a economia e controlou a inflação a partir de 1994, estimulou a retomada do poder

de compra da população, favorecendo o aumento da demanda por automóveis (Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Com o mercado em expansão, diversas montadoras estrangeiras investiram na instalação de fábricas no Brasil. Empresas como Honda, Toyota e Renault se juntaram às já estabelecidas, como Volkswagen, General Motors, Fiat e Ford, ampliando a diversidade de modelos disponíveis e a capacidade produtiva do setor. Nesse contexto, o Brasil consolidou-se como um dos maiores mercados emergentes para o setor automotivo, atraindo altos volumes de Investimentos Estrangeiros Diretos (IEDs) (Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

A adoção do modelo de produção flexível, inspirado no sistema japonês de gestão, marcou uma transformação na indústria automobilística nacional. Esse modelo, conhecido como toyotismo, baseia-se na produção enxuta, na redução de estoques e no aumento da eficiência dos processos produtivos, o que resultou em um crescimento significativo da produtividade. A produção de automóveis no Brasil saltou de 914 mil unidades em 1990 para mais de 2 milhões em 1997 (Nascimento, 2016).

Durante os anos 2000, a indústria automobilística brasileira continuou sua trajetória de crescimento, atingindo novos recordes de produção e exportação. Em 2007, o Brasil já figurava entre os dez maiores produtores de automóveis do mundo. Esse período foi caracterizado por um forte aumento na demanda interna, impulsionado pelo crescimento da classe média e pela maior facilidade de acesso ao crédito para a compra de veículos. A produção automotiva chegou a superar os 3 milhões de unidades em 2008, antes da crise econômica global (Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

A partir de 2008, a crise financeira mundial trouxe desafios ao setor, impactando tanto o mercado interno quanto as exportações. No entanto, medidas de incentivo, como a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para automóveis, ajudaram a mitigar os efeitos negativos e a estimular a demanda interna. Com isso, a produção de veículos se manteve em níveis elevados, ainda que com oscilações ao longo da década (Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Nos anos 2010, a indústria enfrentou novos desafios, como a necessidade de adaptação às normas ambientais e de segurança, além da busca por maior eficiência energética em um mercado cada vez mais competitivo. A entrada de veículos elétricos e híbridos, ainda incipiente no Brasil, também começou a ganhar espaço nas estratégias das montadoras, que passaram a investir em novas tecnologias para atender às demandas por sustentabilidade e inovação. Apesar das adversidades econômicas e políticas enfrentadas pelo país, como a recessão de 2014 a 2016, a indústria manteve sua importância estratégica para a economia brasileira, representando uma

parcela significativa do PIB e do emprego industrial no país (Nascimento, 2016; Homrich, 2023).

Em 2014, a produção da indústria automobilística brasileira caiu 14,46% em relação a 2013, devido ao endividamento dos consumidores e à diminuição da renda, o que levou as instituições financeiras a adotarem critérios mais rigorosos para a concessão de crédito. Além disso, as exportações para a Argentina recuaram cerca de 39%, agravando a situação e levando a demissões em massa no setor, aumentando o desemprego (ANFAVEA, 2022). A recuperação veio em 2017, com um crescimento de 20,15% em comparação a 2016 (ANFAVEA, 2022). Contudo, entre 2017 e 2019, apesar do aumento na produção, a chegada da pandemia de COVID-19 em 2020 provocou uma nova retração, com a produção caindo cerca de 31% em relação a 2019 e mais de 45% comparada ao pico de 2013 (ANFAVEA, 2022; Homrich, 2023).

## **2.2 Políticas de Manutenção**

A manutenção é essencial para garantir a funcionalidade e a eficiência de máquinas e equipamentos no setor industrial. Ela pode ser classificada em corretiva e planejada, sendo esta última subdividida em preventiva, preditiva e detectiva. Cada abordagem é adaptada às especificidades do equipamento e das condições operacionais, assegurando a continuidade dos processos produtivos e a redução de custos operacionais (Kardec; Nascif, 2009; Cyrino, 2017).

A manutenção tem ganhado cada vez mais espaço e importância no setor industrial, com a evolução constante das técnicas e procedimentos aplicados a máquinas e equipamentos. Esse desenvolvimento é fundamental para garantir alta produtividade, disponibilidade e eficiência, permitindo que as operações sejam realizadas sem interrupções significativas (Borlido, 2017; Pinto, 2021).

Conforme Kardec e Nascif (2009), a variação dos tipos de manutenção está diretamente relacionada aos eventos que ocorrem durante a operação dos equipamentos, gerando intervenções. Quando essas intervenções não são devidamente organizadas, podem se tornar rotinas invisíveis e até prejudiciais, o que cria a necessidade de definir qual tipo de intervenção é mais apropriado para cada situação. Assim, a definição de uma política de manutenção adequada permite que as empresas mantenham uma estratégia preventiva, garantindo que os equipamentos estejam sempre em condições de operar de forma ideal.

Outro fator importante na escolha da manutenção a ser realizada é o conhecimento detalhado sobre o funcionamento do sistema ou componente. Conhecer o funcionamento dos ativos possibilita determinar, com maior precisão, quais intervenções são necessárias e em que

momento devem ser realizadas. Além disso, essa compreensão profunda permite que o time de manutenção não apenas siga os procedimentos padrão, mas também desenvolva melhorias contínuas nos processos, adaptando-os às especificidades de cada equipamento e ao ambiente em que operam (Kardec; Nascif, 2009; Cyrino, 2017).

As intervenções necessárias para manter o funcionamento do equipamento são classificadas em dois tipos básicos: manutenção não planejada e manutenção planejada. A manutenção não planejada, também conhecida como manutenção corretiva, ocorre na ausência de programação prévia. Esse tipo de manutenção é frequentemente reativo, sendo necessário quando o equipamento já apresentou uma falha ou problema crítico que exige reparo imediato (Pinto, 2021).

A manutenção corretiva pode acontecer em qualquer momento, tanto durante períodos produtivos quanto em horários ociosos, e geralmente representa um desafio significativo para as empresas, pois tende a ser mais dispendiosa. Ela é recomendada apenas em situações onde a falha do equipamento é imprevisível e inevitável. Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção corretiva pode ser classificada em duas subcategorias:

(I) Manutenção corretiva planejada: ocorre quando há uma decisão gerencial de operar o equipamento até a falha, baseada em acompanhamentos preditivos que indicam que a interrupção é iminente, mas ainda há tempo para se planejar a intervenção.

(II) Manutenção corretiva não planejada: caracterizada pela resposta imediata a falhas inesperadas, sem tempo para planejamento, o que geralmente resulta em maiores custos, tanto pelo serviço emergencial quanto pela aquisição de peças de reposição de forma urgente. Esse tipo de manutenção é indesejado na maioria das indústrias, pois causa paradas inesperadas que reduzem os lucros, comprometem a produtividade e aumentam o risco de perda de qualidade dos produtos.

Em contrapartida, a manutenção planejada é definida por um cronograma de intervenções previamente estabelecido, com datas e horários específicos para cada ação. Essa abordagem permite que as empresas se preparem para as intervenções, minimizando as interrupções na produção e garantindo maior previsibilidade nos custos. A manutenção planejada é subdividida em três categorias principais: preventiva, preditiva e detectiva (Kardec; Nascif, 2009; Santos *et al.*, 2019).

### ***2.2.1 Objetivo da Manutenção Preventiva***

A manutenção preventiva (MP), segundo Kardec e Nascif (2009, p.42) é “a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou a queda de desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos”. Ou seja, a manutenção preventiva é focada em ações sistemáticas para manter os equipamentos em operação ideal, evitando problemas antes que eles ocorram. Essa prática reduz a ociosidade dos equipamentos, pois tem como objetivo identificar e corrigir potenciais falhas antes que estas resultem em paradas.

Veloso (2009) complementa que o planejamento da manutenção preventiva visa preservar e aumentar a confiabilidade dos equipamentos, substituindo componentes desgastados antes que falhem e realizando ajustes e verificações periódicas. As atividades de MP incluem, por exemplo, trocas de óleo, lubrificações, ajustes mecânicos e substituição de peças sujeitas ao desgaste natural. Em grandes indústrias, essas ações são reforçadas por treinamentos para os funcionários, garantindo que a equipe de manutenção esteja preparada para identificar e solucionar problemas antes que se tornem críticos.

As políticas de manutenção preventiva devem considerar diversos fatores para serem eficazes, como a impossibilidade de realizar manutenção preditiva, a necessidade de garantir a segurança dos trabalhadores, e a criticidade de certos equipamentos para a operação. Além disso, a MP deve ser implementada de forma que os intervalos entre as ações de manutenção sejam adequados ao uso e às características dos equipamentos, garantindo a máxima eficiência com o menor custo possível (Veloso, 2009; Pires; Okada, 2020).

Pires e Okada (2020) defendem que os benefícios da manutenção preventiva são significativos e incluem: (a) Redução de custos: A substituição programada de componentes evita falhas maiores e consequentes reparos dispendiosos; (b) Aumento da produtividade: Equipamentos que recebem manutenção preventiva operam de forma mais confiável, reduzindo a quantidade de paradas imprevistas e (c) Melhor gestão de estoques: Com a manutenção preventiva, é possível planejar a aquisição de peças de reposição, evitando compras emergenciais e garantindo um estoque adequado.

No entanto, a MP também apresenta desafios, como a necessidade de um plano bem estruturado, custos iniciais com treinamentos e a possibilidade de substituição de peças antes de atingir o fim de sua vida útil. Mesmo assim, as vantagens tendem a superar as desvantagens, especialmente, quando se considera o impacto positivo na continuidade operacional e na redução dos custos anuais de manutenção.

### ***2.2.2 Plano de Manutenção Preventiva***

Conforme Veloso (2009), após compreender as limitações dos equipamentos e analisar os métodos de manutenção, a próxima etapa é o detalhamento do plano de manutenção preventiva (MP). Este plano deve ser minucioso, contendo todas as informações necessárias para a realização das atividades, incluindo as técnicas a serem empregadas, a frequência das intervenções e os procedimentos específicos para cada tipo de equipamento. A documentação do plano de MP é fundamental para garantir a padronização das ações, permitindo que as equipes de manutenção realizem as tarefas de forma uniforme e eficaz (Silva Junior, 2019).

Um plano de MP eficiente inclui formulários de check-list para cada equipamento ou grupo de equipamentos de mesma marca e modelo, detalhando os serviços a serem realizados. Esses check-lists devem ser elaborados com base nas especificações dos fabricantes e nas condições operacionais da empresa, assegurando que cada intervenção seja realizada no momento certo, evitando tanto a submanutenção quanto a manutenção excessiva. Esses documentos servem como uma referência prática para os técnicos, permitindo o controle preciso de cada intervenção realizada e o acompanhamento do histórico de manutenção de cada ativo (Silva Junior, 2019).

#### **2.2.2.1 MANUTENÇÃO PREDITIVA**

A manutenção preditiva, segundo Veloso (2009), é uma abordagem que se baseia no monitoramento constante dos equipamentos, utilizando medições periódicas de parâmetros físico-químicos para prever a necessidade de intervenções. Essa prática permite detectar o desgaste ou os sinais de falhas nos componentes antes que elas se manifestem de forma crítica, antecipando a substituição ou revisão dos itens. As principais técnicas de manutenção preditiva incluem a análise de vibrações, ferrografia e análise de óleos, que fornecem informações detalhadas sobre o estado dos equipamentos.

De acordo com Almeida (2017), a implementação da manutenção preditiva depende de que os equipamentos permitam o monitoramento e que os custos dessa atividade sejam justificados pelos benefícios esperados. Além disso, é necessário estabelecer um programa de acompanhamento que sistematize a análise e o diagnóstico das medições, garantindo que as informações sejam usadas para tomar decisões acertadas sobre as intervenções. A principal vantagem da manutenção preditiva é a capacidade de fornecer uma visão detalhada das condições reais dos equipamentos, o que possibilita uma gestão mais precisa e um planejamento

eficaz das intervenções, evitando falhas inesperadas e prolongando a vida útil dos ativos (Silva Junior, 2019).

#### 2.2.2.2 MANUTENÇÃO DETECTIVA

A manutenção detectiva, conforme Kardec e Nascif (2009) se concentra na identificação de falhas ocultas ou não perceptíveis em sistemas de proteção e segurança. Esse tipo de manutenção é essencial para garantir a confiabilidade de sistemas críticos, que podem não apresentar sinais visíveis de degradação até que uma falha grave ocorra. A manutenção detectiva inclui práticas como a verificação de detectores de fumaça e de fogo, testes de relés de proteção em equipamentos elétricos e inspeção de bombas de incêndio. Ela visa garantir que todos os dispositivos de segurança estejam operando de forma adequada, prevenindo riscos que possam comprometer a integridade da instalação (Souza, 2008; Santos *et al.*, 2019).

A implementação de um programa de manutenção detectiva assegura que as falhas sejam identificadas em estágios iniciais, permitindo ações corretivas antes que o problema se agrave. Isso é particularmente importante em ambientes industriais complexos, onde a falha de um sistema de proteção pode ter consequências sérias para a operação e para a segurança dos trabalhadores (Souza, 2008; Santos *et al.*, 2019).

#### 2.2.2.3 MANUTENÇÃO CENTRALIZADA E DESCENTRALIZADA

A manutenção centralizada concentra as atividades de manutenção, qualidade, industrialização e logística sob a responsabilidade de um único órgão superior, facilitando a padronização dos processos e a formação dos profissionais. Nesse modelo, os recursos são compartilhados entre diferentes áreas, permitindo uma melhor otimização dos custos. No entanto, a centralização pode levar a uma sobrecarga do departamento, resultando em dificuldades para atender prontamente a todas as demandas (Souza, 2008; Dapper *et al.*, 2018).

Em resposta às limitações da centralização, surgiu a manutenção descentralizada, também conhecida como manutenção por áreas ou setores. Esse modelo permite que equipes de manutenção sejam alocadas diretamente em cada área produtiva, proporcionando maior rapidez no atendimento e uma comunicação mais próxima entre os setores de produção e manutenção. A descentralização é vantajosa em contextos onde as demandas de manutenção são específicas e requerem respostas rápidas, mas tende a gerar custos operacionais mais

elevados devido à necessidade de manter equipes dedicadas para cada área (Souza, 2008; Dapper *et al.*, 2018).

Uma abordagem equilibrada e moderna é a manutenção mista, que combina as vantagens dos modelos centralizado e descentralizado. Kardec e Nascif (2009) descreve a manutenção mista como “a tendência moderna de formação de times multifuncionais alocados por unidade(s) para fazer um pronto atendimento”. Nesse modelo, as equipes são distribuídas por unidades produtivas, garantindo um atendimento rápido e especializado, mas mantendo uma coordenação central que assegura a padronização e a integração das políticas de manutenção. A manutenção mista é especialmente eficaz em ambientes industriais que exigem alta flexibilidade e uma resposta ágil às demandas, sem perder a visão estratégica dos processos de manutenção (Souza, 2008; Dapper *et al.*, 2018).

### **2.3 Limpeza Técnica Especializada (LTE)**

As inovações no setor automotivo têm como foco a redução de emissões, o consumo de combustível e o tamanho dos motores, mantendo a performance dos veículos (Riosulense, 2021). Essa evolução tecnológica demanda processos de produção cada vez mais precisos e livres de contaminantes, pois resíduos nas superfícies das peças podem comprometer o desempenho dos veículos e elevar os custos, gerando a necessidade de retrabalhos (Piscani, 2017).

A limpeza das superfícies metálicas é, portanto, fundamental para evitar defeitos no acabamento final dos produtos (Silva Junior, 2018). Em particular, a limpeza especializada dos equipamentos é crucial para manter a eficiência operacional nas indústrias, garantindo tanto a funcionalidade dos maquinários quanto a qualidade do produto final. Kardec e Nascif (2009) destacam que a manutenção regular e adequada dos equipamentos previne falhas mecânicas e reduz o tempo de inatividade, evitando que a sujeira e a falta de manutenção resultem em desgaste prematuro e paradas não planejadas, que prejudicam a produtividade e aumentam os custos operacionais.

Além disso, normas que limitam a quantidade de contaminantes em componentes veiculares são essenciais para assegurar a qualidade dos processos. Uma limpeza eficiente não só evita interrupções na produção, mas também melhora a qualidade final dos produtos, sendo um diferencial competitivo no mercado automotivo (Souza, 2018; Fontes, 2001).

### ***2.3.1 Importância da Limpeza Técnica Especializada na Indústria***

O atual processo de pintura em uma carroceria detém um elevado custo financeiro, por necessitar de complexas e numerosas etapas que são essenciais para a pintura final. Os métodos e equipamentos de limpeza de superfícies, máquinas e grandes equipamentos são fracionados em quatro tipos principais: limpeza úmida, limpeza molhada, limpeza com máquinas e equipamentos, e limpeza seca (CONASS, 2015).

Além da qualidade no produto, a periodicidade da limpeza técnica previne diversos tipos de acidentes e incidentes na linha produtiva. Por exemplo, a falta de manutenção preventiva (limpeza) pode resultar em travamentos de exaustão por excesso de poeira, incêndios em dutos de ar devido a sujeiras de produtos inflamáveis e oxidação em moldes por ausência de lubrificação pós-limpeza.

O acúmulo de impurezas pode causar falhas na regulagem, nos sensores e interrupções não programadas. Portanto, um dos objetivos da limpeza técnica é prevenir anormalidades nos equipamentos e facilitar a visualização de eventuais anomalias que possam ser facilmente identificadas ou evitadas devido à limpeza. A eficiência na ausência de impurezas em máquinas, peças ou estruturas, quando realizada com periodicidade, evita perdas financeiras decorrentes da necessidade de aquisição de novos equipamentos, pois garante que o ativo mantenha boas condições de operação.

Além disso, a implementação da limpeza técnica adequada pode reduzir significativamente o tempo de inatividade não programado, que representa uma das maiores fontes de custo para as indústrias. A limpeza eficiente não apenas preserva o maquinário, mas também contribui para um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, refletindo diretamente na produtividade e na moral dos funcionários.

### ***2.3.2 Classificação das Áreas***

Conforme o Manual de Limpeza do Conselho Nacional de Secretários de Saúde (2015), as áreas dentro de uma indústria podem ser classificadas em três categorias, cada uma exigindo níveis variados de cuidado e atenção:

**Áreas Críticas:** Expostas a uma elevada probabilidade de erro, influenciam diretamente o processo produtivo. Exemplos incluem cabines de pintura, fornos e áreas de higiene do produto. Essas áreas demandam um controle rigoroso da limpeza para garantir a qualidade do produto final.

Áreas Semicríticas: Apresentam cuidados contínuos ou de isolamento. Exemplos incluem centrais de triagem e análise do pré-produzido. Embora não impactem diretamente o produto final, uma falha na limpeza dessas áreas pode resultar em contaminações que afetem a qualidade do produto.

Áreas Não Críticas: São aquelas não ocupadas pela produção do produto, onde não se realizam procedimentos, como áreas administrativas e de circulação. Apesar de não exigirem o mesmo nível de rigor na limpeza, manter essas áreas organizadas e limpas contribui para a eficiência geral da operação.

A Limpeza Técnica Especializada (LTE) é essencial para alcançar um alto nível de qualidade e satisfação dos clientes, além de oferecer aos empregados uma estrutura de trabalho devidamente satisfatória. A gestão eficiente da limpeza não apenas assegura a conformidade com normas regulatórias, mas também minimiza riscos operacionais e potenciais paradas de produção.

### ***2.3.3 Tipos de Limpeza***

Devido à grande variedade de métodos de limpeza, é necessário descrever os tipos existentes. Conforme o Manual de Limpeza do Conselho Nacional de Secretários de Saúde (2015), os métodos de limpeza podem ser classificados como:

#### **2.3.3.1 LIMPEZA CONCORRENTE**

De acordo com o Manual de Limpeza da Conass (2015, p. 2), “a atividade de limpeza diária de todas as áreas críticas tem como objetivo a manutenção, o abastecimento e a restituição de materiais de uso frequente (sabonete líquido, papel higiênico, papel toalha interfoliado, etc.)” Essa limpeza inclui a coleta de sujeira, a limpeza de banheiros com esfregão, a secagem de superfícies e a limpeza de equipamentos, contribuindo para criar um ambiente de trabalho limpo e agradável. A limpeza concorrente é realizada de forma contínua e programada, garantindo que as áreas críticas estejam sempre em condições adequadas de operação.

#### **2.3.3.2 LIMPEZA TERMINAL**

Conforme o Manual de Limpeza da Conass (2015, p. 2), “este é um procedimento para limpar e/ou desinfetar todas as áreas do equipamento, com o objetivo de reduzir a sujeira,

diminuindo a proliferação de microrganismos e a possibilidade de poluição ambiental.” Dependendo da criticidade da área (crítica, semicrítica e não crítica), esses ciclos de limpeza devem ser realizados em frequências regulares e programadas, definindo-se a data, o dia da semana e a hora no plano mensal. A limpeza terminal é fundamental para a manutenção da higiene e segurança, especialmente em setores que manipulam produtos sensíveis à contaminação.

#### 2.3.3.3 LIMPEZA ÚMIDA

Segundo o Manual de Higienização e Limpeza da Conass (2015, p. 3), “a limpeza úmida é realizada com a utilização de rodos, mops ou esfregões, panos ou esponjas umedecidas em solução detergente,” seguida de enxágue com pano umedecido em água limpa. Este tipo de limpeza é mais indicado na limpeza técnica especializada de máquinas industriais em linhas de produção onde é necessário realizar uma limpeza rápida sem gerar resíduos. A limpeza úmida é uma prática eficaz para remover sujeiras aderidas e manter a higiene das superfícies operacionais.

#### 2.3.3.4 LIMPEZA MOLHADA

De acordo com o Manual de Higienização e Limpeza da Conass (2015, p. 3), “a limpeza molhada consiste em espalhar uma solução detergente no piso, esfregando com escova ou esfregão, e empurrando a solução suja para o ralo,” com múltiplos enxágues. Este método é adequado para a limpeza de áreas extensas e pode ser adaptado a diferentes tipos de superfícies. É fundamental o desligamento de equipamentos e a observação de segurança durante esse processo, garantindo que a operação não comprometa a segurança do local.

#### 2.3.3.5 LIMPEZA COM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Segundo o Manual de Limpeza da Conass (2015, p. 3), “a limpeza com máquinas de lavar, como enceradeiras automáticas, é utilizada para limpeza de pisos, com máquinas que possuem tanques para soluções de detergente dosados diretamente para a escova, reduzindo o esforço e risco para o trabalhador.” Além disso, atualmente existem inúmeras máquinas para a realização da Limpeza Técnica Especializada, como jateadoras de gelo seco, hidrojateadores

de ultra pressão, varredoras e lavadeiras. Essas máquinas são projetadas para facilitar a execução de limpezas complexas e são fundamentais para a eficiência operacional.

#### 2.3.3.6 LIMPEZA SECA

De acordo com o Manual de Limpeza da Conass (2015, p. 3), “a limpeza seca consiste na retirada de sujeira, pó ou poeira, utilizando vassouras ou aspiradores.” Este método é recomendado em áreas descobertas, como estacionamentos, e em áreas críticas, como subestações elétricas e espaços reservados para equipamentos sensíveis à água. A limpeza seca deve ser realizada com cuidado para não comprometer a segurança do local e pode incluir o uso de panos secos para a remoção de sujeira acumulada. Essa abordagem minimiza a introdução de água em áreas sensíveis, ajudando a preservar a integridade dos equipamentos.

A LTE, portanto, desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade e eficiência dos processos produtivos nas indústrias. Através de uma abordagem bem planejada e adequada a cada tipo de área e necessidade específica, a LTE contribui para a redução de falhas mecânicas, prolonga a vida útil dos equipamentos e assegura a conformidade com normas de qualidade e segurança.

Além de garantir um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, a prática da limpeza especializada reflete diretamente na produtividade e na competitividade da empresa no mercado. Integrar a LTE às práticas de gestão, como, por exemplo, o ciclo PDCA, é uma estratégia eficaz para manter a melhoria contínua e alcançar resultados consistentes e sustentáveis. Dessa forma, a limpeza deixa de ser apenas uma necessidade operacional, tornando-se um diferencial estratégico para empresas que buscam excelência em seus processos e produtos.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo enquadra-se como uma pesquisa descritiva, aplicada e de abordagem qualitativa, conforme as definições de Triviños (1990) e Gil (2022). Essa escolha metodológica visa proporcionar uma análise detalhada das práticas e dos efeitos específicos da Limpeza Técnica Especializada (LTE) no setor automotivo, sem alterar o ambiente estudado, o que favorece a compreensão de contextos industriais complexos. A natureza aplicada da pesquisa reforça seu caráter prático, uma vez que o trabalho busca propor soluções para problemas específicos relacionados à eficiência produtiva e à manutenção preventiva, com foco no setor

automotivo. Por meio da análise dos impactos da LTE em cabines de pintura, o estudo procura destacar práticas que podem melhorar a produção, reduzir falhas e oferecer contribuições diretamente aplicáveis a ambientes similares, em conformidade com as abordagens sugeridas por Creswell e Creswell (2021).

A abordagem qualitativa foi selecionada devido à complexidade do fenômeno analisado e à necessidade de captar aspectos subjetivos relacionados ao impacto da LTE na produtividade e na qualidade dos processos. Esse método permite a coleta de dados ricos e detalhados, possibilitando interpretações contextuais que suportam uma compreensão mais profunda sobre os efeitos da limpeza especializada nos processos industriais.

A coleta de dados foi realizada por meio de observações diretas dos procedimentos de limpeza nas cabines de pintura e pela análise documental de registros de manutenção, incidentes e indicadores de qualidade. Os dados coletados foram organizados em categorias temáticas, como 'redução de falhas operacionais', 'eficiência de limpeza', 'percepção de qualidade' e 'impacto financeiro'. Essas categorias facilitaram tanto a interpretação dos resultados quanto a formulação de recomendações práticas. Para compreender as causas das falhas não reduzidas, foi realizada uma análise do fluxo produtivo, correlacionando etapas críticas do processo com as anomalias observadas. Essa abordagem permitiu identificar potenciais relações entre o desempenho das etapas anteriores e a ocorrência de falhas como 'Crateras' e 'Outros', fornecendo subsídios para as propostas de melhoria.

Conforme Yin (2015), a organização dos dados em categorias temáticas é uma técnica eficaz para compreender fenômenos complexos, permitindo uma análise estruturada e garantindo a aplicabilidade das conclusões em outros contextos industriais. Dessa forma, a metodologia aplicada mostrou-se eficiente para atingir os objetivos do estudo, fornecendo insights detalhados sobre como a LTE contribui para a melhoria da manutenção preventiva e do desempenho operacional no setor automotivo.

### **3.1 Área de Estudo**

O estudo de caso foi conduzido em uma fábrica automotiva multinacional localizada em Goiana, Pernambuco. Este local foi selecionado por ser um dos polos mais avançados tecnologicamente e por representar uma indústria de grande importância econômica na região. Inaugurado em 2015, o polo automotivo de Goiana opera em três turnos diários e tem uma capacidade de produção de mil veículos por dia, com uma equipe de aproximadamente 15 mil funcionários diretos e indiretos. Além disso, o polo conta com um parque de fornecedores que

atende de maneira rápida e eficiente às necessidades de produção, o que permite uma análise completa e prática dos processos de LTE.

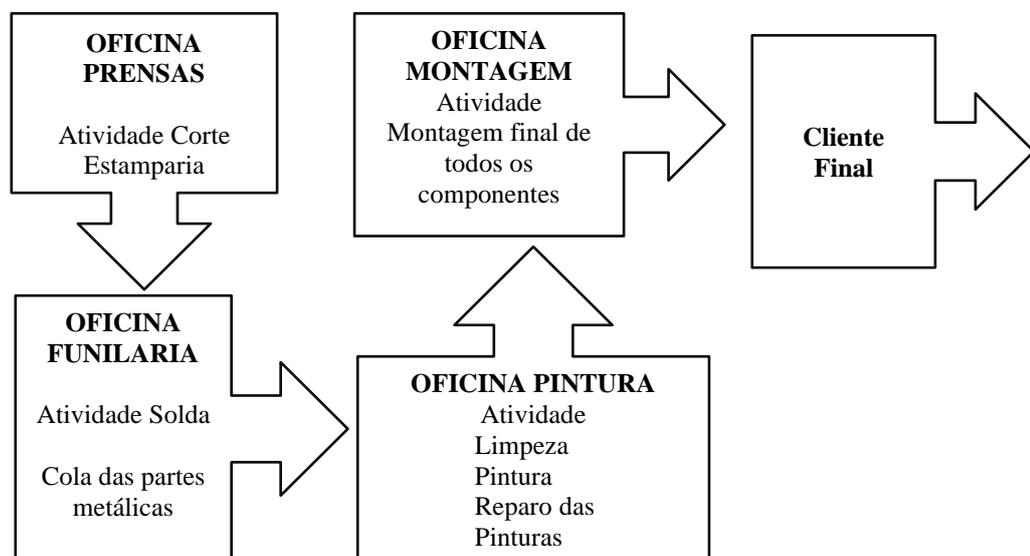
A escolha desse ambiente industrial como área de estudo permitiu observar diretamente os processos de limpeza em cabines de pintura, prática essencial para manter a qualidade dos produtos. O estudo de caso também é adequado para explorar fenômenos complexos em contextos reais de aplicação, alinhando-se à abordagem metodológica de Yin (2015). A pesquisa inclui observação *in loco* e análise documental, buscando capturar informações detalhadas sobre o impacto da LTE na redução de paradas não programadas e no desperdício de recursos (Creswell; Creswell, 2021). A técnica de triangulação de dados foi aplicada para comparar diferentes fontes e validar os achados, reforçando a confiabilidade das interpretações (Gil, 2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Identificação das Práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE)

Para contextualizar as práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE) na montadora em estudo, é essencial entender o fluxo de atividades entre as oficinas e o *layout* físico da planta. A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo produtivo, evidenciando o fluxo das carrocerias desde a prensagem até a pintura e montagem final.

**Figura 1** – Fluxograma do processo produtivo na montadora.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

O fluxograma acima, do processo produtivo na montadora automotiva, detalha as principais etapas realizadas nas oficinas de prensas, funilaria, pintura e montagem final, até a entrega ao cliente. O processo inicia-se na Oficina de Prensas, onde ocorre o corte e a estampagem das chapas metálicas que serão utilizadas para compor a estrutura dos veículos. Essas chapas moldadas seguem para a Oficina de Funilaria, onde são unidas por meio de soldagem e colagem das partes metálicas, dando forma à carroceria do veículo.

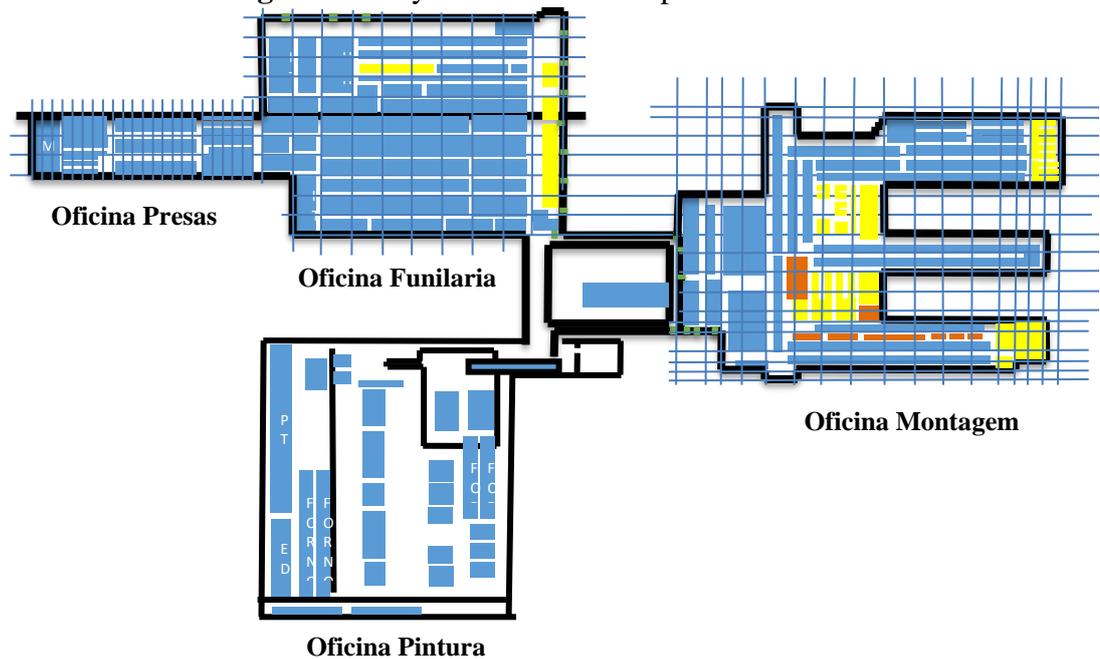
Na sequência, a carroceria é encaminhada para a Oficina de Pintura, que é o foco do estudo sobre Limpeza Técnica Especializada (LTE). Nesta oficina, é realizado um processo de limpeza detalhado para remover qualquer impureza que possa comprometer o acabamento. Após a limpeza, a carroceria passa pelas etapas de pintura e, caso necessário, reparo de imperfeições, garantindo a qualidade do acabamento final. A LTE desempenha um papel essencial nesse processo, ao reduzir falhas causadas por contaminações e, conseqüentemente, melhorar a eficiência e a manutenção preventiva.

Por fim, o veículo é enviado para a Oficina de Montagem, onde recebe todos os componentes finais, como motor, rodas, vidros e interiores. Essa etapa completa o veículo, que é então submetido a inspeções de qualidade antes de ser entregue ao Cliente Final. O fluxograma destaca a importância de cada oficina no processo produtivo, evidenciando especialmente a contribuição da limpeza técnica na oficina de pintura para assegurar a qualidade e a durabilidade do produto final.

#### ***4.1.1 Layout da Montadora e Contexto da Limpeza Técnica***

O layout da montadora, apresentado na Figura 2, mostra a disposição das principais oficinas: prensas, funilaria, pintura e montagem. Esta configuração foi projetada para otimizar o fluxo produtivo, permitindo que as etapas de fabricação sejam realizadas de maneira sequencial e eficiente. A Oficina de Pintura, localizada próxima à Oficina de Funilaria, desempenha um papel central no processo, pois é responsável por preparar a carroceria para o acabamento final, garantindo a estética e a proteção contra corrosão.

**Figura 2** – Layout da montadora por oficina.

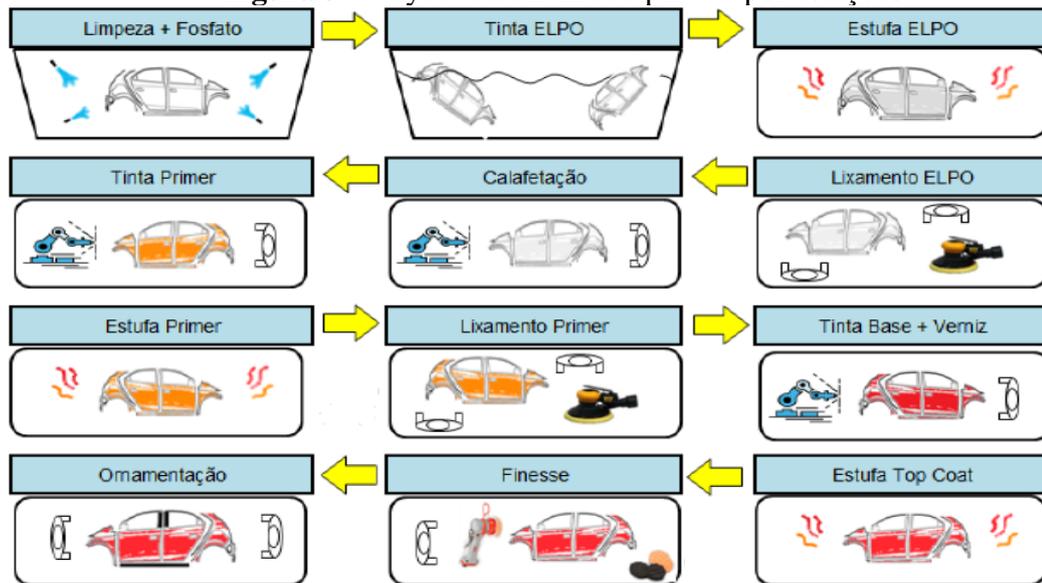


**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A localização estratégica da oficina de pintura no layout da planta visa minimizar o tempo de transporte entre as etapas e maximizar a eficiência do processo. Nesta oficina, a Limpeza Técnica Especializada (LTE) é implementada de forma rigorosa, especialmente nas cabines de pintura, em que a presença de impurezas pode comprometer significativamente a qualidade do acabamento dos veículos. O layout facilita a execução das práticas de limpeza técnica, uma vez que a oficina é equipada com áreas dedicadas para limpeza úmida, molhada e com equipamentos especializados, como jateadoras e aspiradores industriais.

Após apresentar a disposição geral das oficinas no layout da montadora, é importante detalhar a configuração interna da Oficina de Pintura, que é o foco deste estudo. O layout da oficina de pintura, mostrado na Figura 3, evidencia a divisão das estações de trabalho e os fluxos internos de atividades, incluindo as áreas específicas para limpeza, aplicação de tintas e inspeção final.

**Figura 3** – Layout da oficina de pintura por estações.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

No recebimento da carroceria na Oficina de Funilaria, é realizada uma inspeção inicial externa por meio de sensores. Em seguida, ocorre outra inspeção interna, conduzida manualmente, com o objetivo de identificar poeira ou anomalias provenientes do processo realizado na oficina anterior. Nesse momento, verifica-se também o alinhamento das peças móveis, garantindo que nenhum evento adverso ocorra durante as etapas subsequentes.

Devido à quantidade excessiva de sujeira gerada no processo anterior, utiliza-se um aspersor e tanques de imersão com água quente para a limpeza da carroceria. Esse processo inclui lavagem com ácido, aplicação de desengordurante e neutralizador, removendo resíduos como óleo, cola, lubrificantes e outras impurezas. Ainda nos tanques de imersão, a carroceria recebe um “banho de fosfato”, com o objetivo de aumentar a resistência, durabilidade e adesão da pintura. Logo após, é aplicada a primeira camada de tinta por meio do processo de eletrodeposição, também conhecido como *Ed-Coat*. Em seguida, a carroceria é direcionada para uma estufa, onde ocorre a secagem e o resfriamento em um sistema fechado.

Após os processos de fosfatização (PT) e eletrodeposição (ED), é realizada uma nova inspeção com microsensores. Na sequência, outra inspeção manual é conduzida para identificar imperfeições, como sujeiras na superfície, crateras, escorrimentos de tinta, enrugados e outras falhas. Caso seja detectada qualquer anomalia, esta é corrigida manualmente, e a carroceria retorna ao processo inicial.

Concluído o processo de validação, a carroceria segue para a etapa de sigilamento, realizada de forma manual e robotizada, onde é aplicada a vedação (calafetação) do futuro

veículo. Após essa etapa, ocorre uma nova inspeção. Em seguida, a carroceria é limpa mecanicamente por robôs e encaminhada para um espaço isolado, onde é aplicada a tinta Primer, responsável pela primeira coloração. Ainda nesse espaço, a carroceria é inserida novamente em uma estufa para secagem, resfriamento e uma nova auditoria de qualidade, que verifica os mesmos pontos avaliados nos processos PT e ED.

A próxima etapa consiste no recebimento do verniz (Top Coat), realizado em um local específico. Após essa aplicação, a carroceria passa pela estufa pela última vez para secagem e resfriamento. Neste ponto, é realizada a auditoria final da oficina, e os arrebites plásticos são inseridos para evitar acidentes com peças móveis. Eventuais peças que necessitem de alterações ou pintura incremental são retiradas da linha de produção e enviadas para a Cabine Bicolor.

Quando alguma anomalia é detectada na revisão final, investiga-se imediatamente sua causa raiz. Em diversas situações, a origem do problema é identificada. No entanto, em casos mais complexos, pode ser necessário um estudo detalhado, como, por exemplo, a contaminação da cabine de pintura devido à limpeza técnica, ou ainda, enrugamentos não identificados no processo de ED, que podem ser confundidos com falhas do processo *Top Coat*.

Em alguns casos, a estação de inspeção de qualidade não consegue identificar fenômenos mais complexos, seja por limitações do tempo de análise, seja por dificuldades inerentes à inspeção visual. Erros mais evidentes, no entanto, são detectados, embora algumas anomalias passem despercebidas pelas auditorias das oficinas, especialmente na Oficina de Pintura. Tais falhas, quando não identificadas pelo cliente final, geram auditorias internas adicionais, realizadas em outros setores da fábrica. Essas auditorias complementares, conhecidas como *Duplo Check* ou *Triplo Check*, são aplicadas para reforçar o controle de qualidade em toda a cadeia produtiva.

#### ***4.1.2 Consolidando as Práticas de LTE***

A partir do fluxo apresentado nas atividades do processo produtivo, foi realizada uma análise das práticas de LTE implementadas na oficina de pintura da montadora. Essas práticas foram identificadas e classificadas de acordo com suas características e objetivos, como detalhado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Principais Práticas de LTE na Oficina de Pintura**

Prática de Limpeza	Descrição	Objetivo	Equipamentos Utilizados
Limpeza Úmida	Remoção de poeira e partículas finas nas superfícies pintadas.	Evitar defeitos na aderência da tinta	Mops, aspiradores industriais.
Limpeza Molhada	Lavagem com solução detergente e desengordurante.	Eliminar óleos e graxas, garantindo a aderência.	Hidrojateadores, tanques de imersão.
Limpeza com Máquinas	Uso de equipamentos automatizados, como jateadoras.	Aumentar a eficiência e cobrir grandes áreas.	Jateadoras de gelo seco, varredoras automáticas.
Limpeza Seca	Remoção de pó em áreas críticas com aspiradores.	Prevenir contaminações em ambientes secos.	Aspiradores industriais.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

As práticas descritas no Quadro 1 destacam a diversidade de métodos aplicados para garantir a limpeza eficiente das superfícies e o controle de contaminações na oficina de pintura. A limpeza úmida e molhada é utilizada para remover partículas e óleos que poderiam prejudicar a aderência da tinta, enquanto a limpeza com máquinas e a limpeza seca são adotadas para aumentar a eficiência e garantir a qualidade em áreas críticas. A implementação dessas práticas mostrou-se essencial para reduzir a incidência de defeitos na pintura, melhorando a produtividade e a qualidade final dos veículos.

Além da descrição apresentada no Quadro 1, as Figuras 4, 5 e 6 ilustram os principais equipamentos utilizados para cada prática de limpeza técnica, evidenciando o uso de mops para limpeza úmida, hidrojateadores para limpeza molhada e jateadoras de gelo seco para limpeza com máquinas.

**Figura 4 – Equipamento de Limpeza Úmida (Mop).<sup>3</sup>**

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

<sup>3</sup> Mop utilizado para a remoção de poeira fina nas superfícies pintadas.

A enceradeira A500 vai além de uma simples ferramenta de limpeza, sendo uma peça essencial para o aprimoramento contínuo da qualidade e da eficiência no ambiente de produção. Sua integração ao processo de limpeza técnica proporciona benefícios concretos, como a redução de falhas, o aprimoramento do acabamento e a otimização de recursos. Simultaneamente, reforça o compromisso da empresa com práticas sustentáveis e competitivas, alinhando desempenho operacional à responsabilidade ambiental.

**Figura 5** – Hidrojateador para Limpeza Molhada.<sup>4</sup>



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

O hidrojateamento de alta pressão é uma técnica que utiliza jatos de água em velocidades extremamente altas para realizar limpezas industriais profundas, com alto desempenho e precisão. Essa tecnologia é extremamente empregada em processos em que a remoção de resíduos persistentes, como óleos, graxas, tintas, incrustações e contaminantes, é essencial para garantir a qualidade e a funcionalidade dos equipamentos e superfícies.

---

<sup>4</sup> Hidrojateador utilizado para a remoção de óleos e graxas.

**Figura 6 – Jateadora de Gelo Seco para Limpeza com Máquinas.<sup>5</sup>**



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

O jateamento a gelo seco é uma solução excepcional para limpezas industriais que demandam eficiência, segurança e sustentabilidade. Amplamente utilizado em setores exigentes, como o automotivo, essa técnica contribui para a redução de falhas no processo produtivo, o aumento da produtividade e a geração de economia. Trata-se de um investimento estratégico para empresas que buscam inovação e excelência em seus processos de limpeza.

#### **4.2 Impacto da LTE na Redução de Falhas**

A análise dos dados coletados na oficina de pintura demonstra uma redução significativa nas falhas após a implementação das práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE). A Tabela 1 apresenta um comparativo das falhas observadas antes e depois da adoção das técnicas de limpeza, com destaque para a diminuição de defeitos relacionados à contaminação e imperfeições na superfície pintada.

---

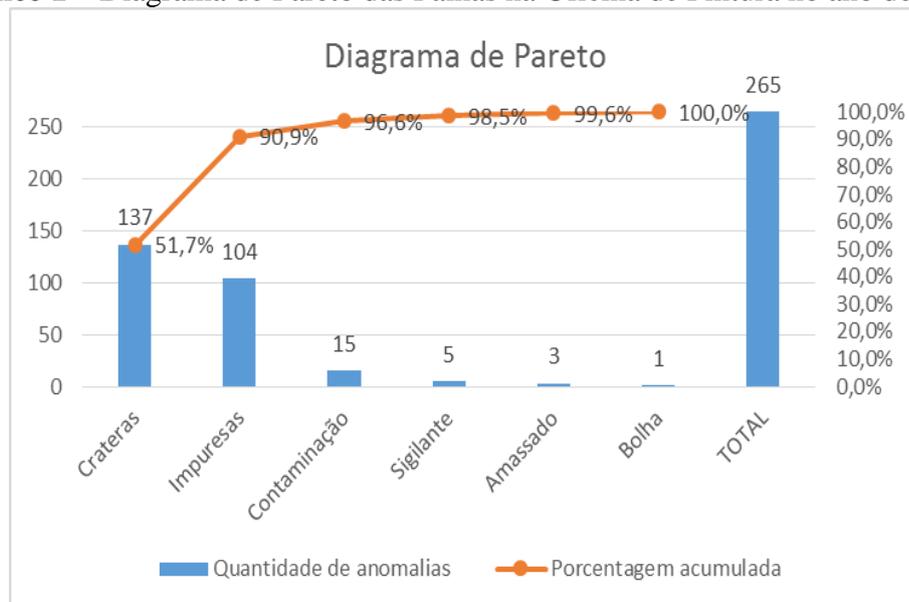
<sup>5</sup> Jateadora automatizada utilizada para limpeza eficiente de grandes superfícies.

**Tabela 1** – Comparativo de Falhas Antes e Após a Implementação da LTE.

Tipo de Falha	Antes da LTE	Após a LTE	Redução (%)
<b>Crateras</b>	137 casos	137 casos	0%
<b>Impurezas</b>	104 casos	0 casos	100%
<b>Contaminação</b>	15 casos	0 casos	100%
<b>Outros (Selante, Bolhas, Amassados)</b>	9 casos	9 casos	0%
<b>Total de Anomalias</b>	265 casos	161 casos	<b>39,2%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os resultados indicam uma redução de 39,2% nas falhas relacionadas a contaminações e defeitos de acabamento. O Diagrama de Pareto, apresentado no Gráfico 1, evidencia que as contaminações eram a principal causa de retrabalhos antes da implementação da LTE.

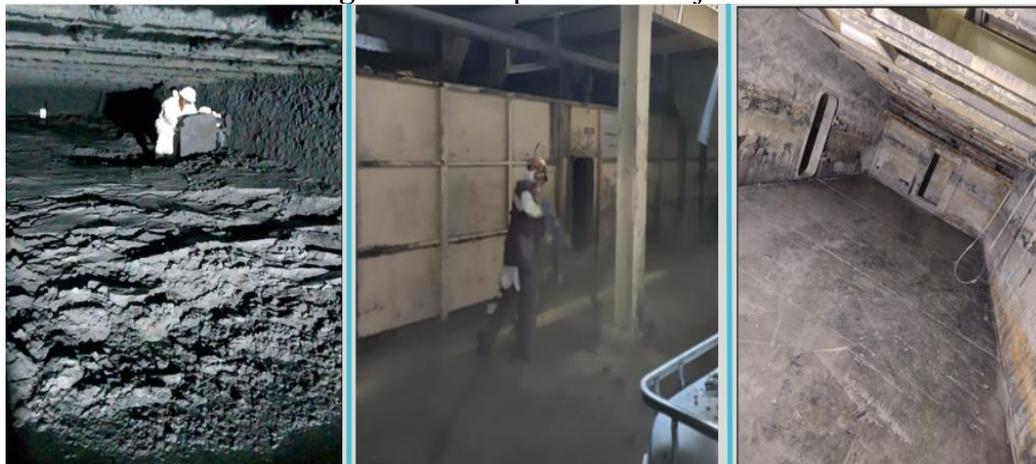
**Gráfico 1** – Diagrama de Pareto das Falhas na Oficina de Pintura no ano de 2024.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

O Diagrama de Pareto, apresentado na Gráfico 1 destaca as principais causas de falhas observadas na oficina de pintura ao longo do ano de 2024. As anomalias mais frequentes incluem crateras (137 ocorrências), impurezas (104 ocorrências) e contaminações (15 ocorrências). Esses três tipos de falhas representam aproximadamente 90% das ocorrências registradas, evidenciando que a maior parte dos defeitos no acabamento dos veículos está relacionada à presença de partículas e impurezas nas superfícies pintadas.

A aplicação de práticas rigorosas de limpeza, como o uso de jateadoras e hidrojateadores, minimizou essas ocorrências, resultando em maior eficiência no processo produtivo, conforme detalhado na Figura 7.

**Figura 7 – Limpeza do Hidrojato**



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A Figura 7 acima ilustra com clareza a aplicação do hidrojato na limpeza de um tanque de estocagem de recirculação utilizado no processo de repintura, evidenciando sua alta eficácia por diversas razões. A elevada pressão da água remove completamente tinta, graxa, óleo e outros contaminantes, incluindo aqueles em áreas de difícil acesso. Diferentemente de métodos abrasivos, o hidrojato preserva a integridade da superfície do tanque, evitando danos. Além disso, trata-se de um processo relativamente rápido, reduzindo o tempo de inatividade do equipamento. Sua versatilidade permite ajustes de pressão e a utilização de diferentes tipos de bicos, tornando-o adequado para uma ampla gama de contaminantes e superfícies. Essa técnica assegura que o tanque de acúmulo de pintura automotiva esteja limpo e livre de resíduos, fator essencial para garantir a qualidade da pintura e a eficiência do sistema de recirculação.

A análise demonstra que a LTE, especialmente nas etapas de limpeza úmida e molhada, teve um impacto direto na redução de contaminações e impurezas. A implementação rigorosa dessas práticas contribuiu para a diminuição das falhas críticas, melhorando a qualidade do acabamento e reduzindo a necessidade de retrabalhos.

Além da redução nas falhas relacionadas a contaminações e defeitos de acabamento, foi observada uma melhoria consistente nos indicadores de desempenho operacional. A redução na taxa de retrabalho, conforme apresentado na Tabela 2, reflete a eficácia das práticas de limpeza na eliminação de partículas e impurezas antes do processo de pintura.

**Tabela 2 – Taxa de Retrabalho Antes e Depois da Implementação da LTE**

<b>Período</b>	<b>Média Mensal de Retrabalhos</b>	<b>Redução (%)</b>
<b>Antes da Implementação</b>	500 horas	100%
<b>Após a Implementação</b>	300 horas	60%

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 2 destaca uma redução significativa no retrabalho após a implementação da LTE, caindo de 500 horas para 300 horas mensais, o que representa uma redução de 60%. Esse resultado evidencia a eficácia das práticas de limpeza introduzidas, especialmente nas etapas de limpeza úmida e molhada, que contribuíram diretamente para a eliminação de partículas e impurezas.

Entretanto, embora a redução tenha sido expressiva, ainda restam 300 horas mensais de retrabalho. Isso sugere a necessidade de aprofundar a análise sobre outras possíveis causas que ainda demandam retrabalho significativo, como falhas em etapas posteriores ou problemas de treinamento operacional.

Além disso, a relação direta entre a redução de retrabalhos e a diminuição nas horas extras reflete o impacto positivo da eficiência operacional, com potencial para melhorar não apenas a produtividade, mas também a satisfação dos trabalhadores, ao reduzir jornadas prolongadas.

Já a Tabela 3 abaixo, apresenta uma análise das perdas de carrocerias, com uma redução de 265 casos para 161 casos mensais, representando uma diminuição de 39,2%. Esse indicador reforça a contribuição da LTE para a qualidade do processo produtivo, especialmente ao minimizar perdas que poderiam impactar o custo final e a sustentabilidade operacional.

**Tabela 3 – Análise das Perdas de Carrocerias Antes e Depois da Implementação da LTE**

<b>Indicador</b>	<b>Antes da LTE</b>	<b>Após a LTE</b>	<b>Redução (%)</b>
<b>Média Mensal de Horas Extras</b>	265 casos	161 casos	39,2%

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

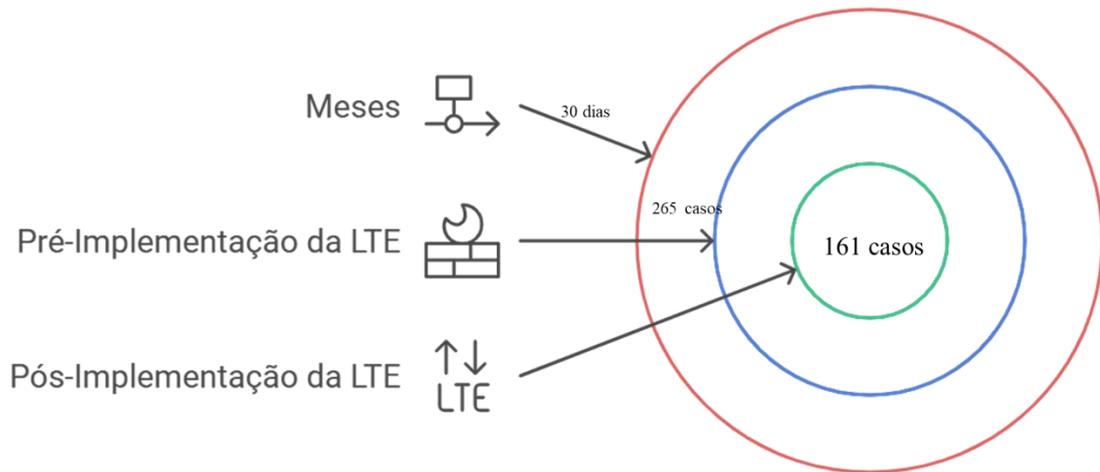
A Tabela 3 evidencia o impacto positivo das técnicas de limpeza no processo produtivo, com uma redução de 265 para 161 casos mensais, representando uma diminuição de 39,2%.

Essa redução reflete melhorias significativas na qualidade do processo produtivo, otimizando recursos e reduzindo custos operacionais.

Apesar da redução significativa nas falhas corrigíveis, as perdas remanescentes de 161 casos mensais indicam a necessidade de uma investigação mais profunda sobre as causas subjacentes, como defeitos estruturais ou falhas em inspeções anteriores.

A Figura 8 ilustra de maneira visual o impacto da implementação da LTE nas métricas de trabalho relacionadas às perdas de carrocerias, destacando a evolução dos resultados ao longo do tempo.

**Figura 8** – Representação do Impacto da Implementação da LTE nas Métricas de Trabalho.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

Antes da implementação da LTE, a média mensal de perdas era de 265 casos, conforme mostrado no círculo externo. Após a aplicação das técnicas da LTE, essa média foi reduzida para 161 casos, representada pelo círculo interno. A figura reforça o impacto positivo da LTE no processo produtivo, indicando uma tendência de melhora contínua nas métricas operacionais.

O uso de círculos concêntricos representa graficamente a redução expressiva nas perdas, enquanto os ícones e setas contextualizam os períodos antes e depois da implementação. Os números apresentados foram apurados ao longo de 30 dias, conforme indicado na figura, evidenciando uma redução de aproximadamente 39,2%. Essa diminuição reflete o impacto direto e positivo das práticas de limpeza técnica na eliminação de falhas críticas.

Além disso, a figura destaca a ligação entre o tempo dedicado à análise e à aplicação rigorosa das técnicas da LTE, comprovando que a mudança trouxe resultados significativos para a eficiência e a qualidade do processo produtivo. Com essa redução de anomalias de 265

para 161 casos, a LTE demonstra ser uma ferramenta essencial para a melhoria contínua e a otimização das operações industriais.

Apesar das melhorias significativas observadas nas falhas relacionadas a "Impurezas" e "Contaminação", outras categorias, como "Crateras" e "Outros" (selantes, bolhas, amassados), não apresentaram redução. Esse resultado indica a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre os fatores que contribuem para a persistência dessas falhas. Possíveis causas incluem problemas na calibração de equipamentos, inconsistências nos materiais utilizados ou limitações nos treinamentos operacionais.

Para tratar as falhas não reduzidas, como "Crateras" e "Outros" (selantes, bolhas e amassados), é essencial implementar uma série de ações específicas que visem aprimorar o controle de qualidade, revisar os materiais utilizados e melhorar as técnicas de aplicação de tinta. Inicialmente, é necessário reforçar as inspeções intermediárias durante as etapas de pintura e secagem, utilizando ferramentas avançadas, como câmeras de alta resolução ou scanners ópticos, que possam identificar defeitos sutis que passariam despercebidos em inspeções convencionais. Além disso, recomenda-se estabelecer pontos de controle adicionais ao longo do processo produtivo, especialmente nas fases críticas, como aplicação de tinta e transporte interno das carrocerias, assegurando o monitoramento contínuo dos indicadores de qualidade.

No que diz respeito aos materiais utilizados, é importante realizar testes laboratoriais mais abrangentes nos insumos, como tintas, solventes e selantes, para verificar sua compatibilidade com os equipamentos e as condições ambientais específicas da linha de produção. A composição química desses materiais deve ser avaliada de forma detalhada, considerando fatores como resistência a variações de temperatura, umidade e pressão, que podem impactar negativamente o acabamento.

Outro ponto essencial é o aprimoramento das técnicas de aplicação de tinta. Para isso, sugere-se recalibrar os equipamentos de pulverização, garantindo sua adequação às especificações técnicas dos materiais e às exigências da linha de produção. A adoção de tecnologias avançadas, como pulverizadores de tinta robotizados com sensores inteligentes, pode contribuir para uma aplicação mais uniforme e reduzir a variabilidade no acabamento. Além disso, é crucial investir em treinamentos contínuos para os operadores, abordando o manejo adequado dos equipamentos e a identificação precoce de problemas durante o processo de pintura.

Por fim, o controle ambiental das cabines de pintura deve ser aprimorado, assegurando condições ideais de temperatura, umidade e fluxo de ar, fatores que influenciam diretamente na

formação de bolhas e crateras. A implementação de sistemas de filtragem mais eficientes também é recomendada, a fim de eliminar partículas em suspensão que possam aderir às superfícies durante a aplicação ou a secagem da tinta. Essas ações integradas buscam atacar diretamente as causas das falhas persistentes, promovendo maior eficiência no processo produtivo e contribuindo para a melhoria contínua da qualidade dos produtos finais.

### 4.3 Custos Operacionais

A implementação do LTE trouxe impactos significativos na redução de custos operacionais, otimizando recursos e melhorando a eficiência do processo produtivo. Esses resultados estão diretamente relacionados à diminuição de falhas, horas extras e desperdício, como evidenciado na Tabela 4.

**Tabela 4 – Impacto do LTE nos Custos Operacionais e Competitividade.**

<b>Indicador</b>	<b>Antes da LTE</b>	<b>Após a LTE</b>	<b>Economia Total</b>	<b>Impacto na Competitividade</b>
<b>Custo com horas extras</b>	R\$ 25.000/mês	R\$ 15.000/mês	R\$ 10.000/mês (60%)	Mais tempo disponível para a produção principal.
<b>Custo com falhas (total)</b>	R\$ 53.000.000	R\$ 32.200.000	R\$ 20.800.000 (39%)	Redução de descarte e retrabalho; maior margem de lucro.
<b>Produtividade</b>	800 veículos/mês	1.000 veículos/mês*	N / D	Produção mais eficiente com o mesmo número de colaboradores.

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A Tabela 4 destaca três indicadores principais: custo com horas extras, custo total com falhas e produtividade. Antes da implementação do LTE, o custo com horas extras alcançava R\$ 25.000 por mês, resultante de 500 horas extras mensais. Após a implementação, esse valor foi reduzido para R\$ 15.000 mensais, equivalente a 300 horas extras, representando uma economia de R\$ 10.000, ou 60%. Essa redução reflete o impacto direto das práticas de limpeza técnica, que diminuíram as falhas no processo produtivo, liberando recursos humanos para se concentrar na produção principal.

Outro destaque está nos custos totais com falhas, que passaram de R\$ 53.000.000 antes da implementação do LTE para R\$ 32.200.000 após sua adoção, gerando uma economia de R\$ 20.800.000, ou 39%. Esses números incluem a eliminação de 104 casos de impurezas e 15 casos de contaminação, que antes resultavam no descarte direto de carrocerias. Essa economia

evidencia o impacto positivo da redução de defeitos e desperdícios no processo produtivo, contribuindo diretamente para a sustentabilidade financeira da operação.

Além disso, o aumento da produtividade foi significativo. A eficiência na linha de produção permitiu que a produção mensal saltasse de 800 para 1.000 veículos, sem a necessidade de novas contratações ou aumento de custos operacionais. Essa melhora no ritmo produtivo reflete a liberação de recursos antes consumidos por retrabalhos e horas extras, possibilitando um foco maior na produção de novas carrocerias.

No que diz respeito à competitividade, os impactos são consideráveis. A redução de custos operacionais e a melhoria na qualidade dos produtos aumentaram a margem de lucro por unidade produzida e contribuíram para o fortalecimento do posicionamento da empresa no mercado. Produtos com acabamento impecável aumentam a satisfação do cliente, favorecendo a fidelização e a recorrência de consumo. Além disso, a economia gerada permite maior flexibilidade para estratégias de preço, investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e expansão de mercado. Por fim, a redução de desperdícios e retrabalhos reforça o alinhamento da empresa com práticas de produção sustentável, valorizadas por consumidores e investidores.

#### **4.4 Relação entre a LTE e a Redução de Custos Operacionais**

A implementação das práticas de Limpeza Técnica Especializada (LTE) na oficina de pintura da montadora teve um impacto direto na redução dos custos operacionais associados à manutenção preventiva e ao processo produtivo. A análise financeira realizada evidencia uma diminuição significativa nos gastos, que pode ser atribuída principalmente à redução dos retrabalhos, do desperdício de materiais e das horas extras.

##### ***4.4.1 Análise Comparativa dos Custos Operacionais***

Os custos operacionais antes da implementação da LTE estavam diretamente associados ao elevado número de retrabalhos e ao desperdício de materiais devido a defeitos na pintura. A Tabela 5 apresenta um comparativo dos principais indicadores financeiros antes e após a adoção das práticas de LTE.

**Tabela 5** – Comparativo dos Custos Operacionais Antes e Após a Implementação da LTE

<b>Tipo de Falha</b>	<b>Antes da LTE</b>	<b>Custo Antes (R\$)</b>	<b>Após a LTE</b>	<b>Custo Após (R\$)</b>	<b>Economia (R\$)</b>	<b>Redução (%)</b>
<b>Crateras</b>	137 casos	R\$ 27.400.000,00	137 casos	R\$ 27.400.000,00	R\$ 0,00	0%
<b>Impurezas</b>	104 casos	R\$ 20.800.000,00	0 casos	R\$ 0,00	R\$ 20.800.000,00	<b>100%</b>
<b>Contaminação</b>	15 casos	R\$ 3.000.000,00	0 casos	R\$ 0,00	R\$ 3.000.000,00	<b>100%</b>
<b>Outros (Selante, Bolhas, Amassados)</b>	9 casos	R\$ 1.800.000,00	9 casos	R\$ 1.800.000,00	R\$ 0,00	0%
<b>Total de Anomalias</b>	265 casos	<b>R\$ 53.000.000,00</b>	161 casos	<b>R\$ 32.200.000,00</b>	<b>R\$ 20.800.000,00</b>	<b>39,20%</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa (2024).

A implementação da Limpeza Técnica Especializada (LTE) trouxe impactos financeiros expressivos, com uma economia aproximada de R\$ 20.800.000,00, representando uma redução de 39% nos custos operacionais, conforme apresentado na Tabela 5 – Comparativo dos Custos Operacionais Antes e Após a Implementação da LTE. Essa economia se deve, principalmente, à eliminação de falhas críticas, como "Impurezas" e "Contaminação", e à redução do desperdício de materiais e retrabalhos.

Os dados destacam mudanças significativas nas categorias de anomalias. As falhas relacionadas a "Impurezas" e "Contaminação" foram completamente eliminadas após a implementação da LTE, evidenciando a eficácia das práticas de limpeza e controle ambiental. Esses resultados mostram que as ações adotadas foram bem direcionadas, resultando em um ambiente de produção mais limpo e controlado. Para sustentar esses avanços, recomenda-se a realização de auditorias regulares no processo de limpeza e o monitoramento contínuo do ambiente produtivo. A automação ou digitalização do controle ambiental pode ser uma estratégia adicional para prevenir recorrências.

Por outro lado, as falhas nas categorias "Crateras" e "Outros" (incluindo selantes, bolhas e amassados) não apresentaram redução nos custos, permanecendo constantes. Isso sugere que esses tipos de defeitos estão relacionados a fatores além do escopo da limpeza técnica (a aplicação irregular de tinta, seja por equipamentos ou operadores, pode criar bolhas ou falhas de aderência que se manifestam como crateras no acabamento, a composição química de tintas, solventes ou outros materiais aplicados à carroceria pode ser inadequada para o ambiente ou as técnicas utilizadas. Isso pode causar reações químicas durante a secagem ou aplicação, gerando crateras, equipamentos de pintura descalibrados ou obsoletos podem aplicar a tinta de maneira desigual, formando bolhas ou irregularidades que posteriormente resultam em crateras, como

problemas nas etapas de aplicação de tinta, cura, transporte interno das carrocerias ou condições ambientais, como temperatura e umidade. Para minimizar esses problemas, são recomendadas inspeções mais rigorosas durante a aplicação de tinta e secagem, além de ajustes no maquinário e treinamentos específicos para operadores.

Apesar da constância nas falhas relacionadas a "Crateras" e "Outros", o impacto financeiro dessas categorias foi mitigado pela eliminação das demais falhas. A economia gerada pela redução de retrabalhos e desperdícios reflete diretamente na eficiência do processo produtivo e no fortalecimento da margem de lucro.

Além dos ganhos financeiros, a implementação da LTE contribuiu significativamente para a melhoria da eficiência operacional. A redução na necessidade de correções e retrabalhos liberou recursos humanos e materiais, permitindo um melhor aproveitamento do tempo e aumentando a produtividade. O tempo de ciclo do processo de pintura foi reduzido, assim como o tempo de máquina ociosa, o que resultou em maior capacidade produtiva e menores custos com manutenção corretiva.

#### **4.5 Proposta de Melhorias no Processo de LTE**

A partir dos resultados obtidos e analisados, algumas melhorias podem ser avaliadas no processo da LTE. A primeira, consiste na implementação de sensores automatizados para detecção precoce de contaminações nas cabines de pintura. De acordo com a literatura sobre manutenção preditiva, o uso de sensores pode fornecer uma análise precisa e contínua das condições do ambiente, possibilitando intervenções imediatas em caso de detecção de impurezas (Veloso, 2009; Souza, 2018). O monitoramento automatizado reduz a dependência exclusiva das inspeções visuais, que são limitadas pela capacidade de observação humana e pelo tempo de análise.

Os sensores, integrados a um sistema de monitoramento contínuo, poderiam identificar partículas suspensas no ar, resíduos e outros contaminantes antes mesmo que estes comprometam a superfície pintada. A adoção dessa tecnologia está alinhada com os princípios da Indústria 4.0, que promovem o uso de dispositivos inteligentes para aumentar a eficiência e a precisão dos processos industriais (Oliveira *et al.*, 2024). Além disso, a automação da detecção de contaminações contribui para a manutenção preditiva, possibilitando que ações corretivas sejam tomadas antecipadamente, evitando retrabalhos e economizando recursos.

A segunda proposta de melhoria foca na necessidade de treinamentos adicionais para os operadores responsáveis pela execução das práticas de LTE. Embora a utilização de tecnologias

avançadas seja essencial, o sucesso do processo de limpeza técnica ainda depende significativamente da competência dos profissionais envolvidos. Estudos apontam que um treinamento contínuo e específico aumenta a eficácia das práticas de manutenção preventiva, ao mesmo tempo que reduz erros operacionais e a variabilidade dos resultados (Kardec; Nascif, 2009; Vicente, 2021).

Assim, poderia ser recomendada a criação de um programa de capacitação voltado para o aprimoramento das habilidades dos operadores, com foco nas melhores práticas de manuseio de equipamentos, como jateadoras de gelo seco e hidrojateadores. Esses treinamentos devem incluir simulações práticas e avaliações periódicas para garantir que os colaboradores estejam atualizados e aptos a realizar a limpeza técnica de forma eficiente e segura. O investimento em capacitação também tem um efeito positivo na moral da equipe, aumentando a conscientização sobre a importância da LTE e, conseqüentemente, melhorando a qualidade do produto final (Rocha; Tarrento, 2022).

Essas melhorias podem aprimorar o processo de LTE na oficina de pintura, atendendo às lacunas identificadas na análise dos resultados. A implementação de sensores automatizados para detecção precoce de contaminações pode trazer ganhos significativos de eficiência, ao permitir uma resposta mais rápida e precisa às falhas potenciais, alinhando-se aos princípios de manutenção preditiva e aos avanços da Indústria 4.0. Complementarmente, o investimento em treinamentos adicionais para os operadores assegura a correta execução das práticas de limpeza, minimizando a variabilidade dos resultados e aumentando a consistência na qualidade do acabamento final.

Essas iniciativas, quando aplicadas de forma integrada, têm o potencial de otimizar o processo produtivo, reduzir custos operacionais e aumentar a satisfação do cliente. Dessa forma, as propostas apresentadas contribuem para a consolidação de uma abordagem de melhoria contínua, essencial para garantir a sustentabilidade e a competitividade da montadora no longo prazo.

#### **4.6 Conexão entre resultados e teoria e ampliação de falhas não reduzidas**

A análise dos resultados obtidos neste estudo reforça as contribuições significativas da Limpeza Técnica Especializada (LTE) para a manutenção preventiva e a eficiência operacional no setor automotivo. A eliminação de falhas críticas como "Impurezas" e "Contaminação" está alinhada ao conceito de Qualidade Total, que enfatiza a excelência operacional por meio de práticas preventivas e sustentáveis. Kardec e Nascif (2009) destacam que a manutenção

preventiva é essencial para assegurar a funcionalidade e a longevidade dos equipamentos, enquanto Elkington (1997), com seu conceito de Triple Bottom Line, salienta que práticas sustentáveis podem gerar impactos econômicos, sociais e ambientais positivos.

Nesse sentido, a redução de impurezas e contaminações também representa um avanço em termos de sustentabilidade operacional, pois diminui o desperdício de materiais, otimiza recursos e reduz a necessidade de retrabalhos, gerando benefícios financeiros e ambientais significativos. A aplicação rigorosa do Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir) nesse contexto possibilita uma abordagem sistemática para identificar e eliminar pontos de falha ao longo do processo produtivo, assegurando melhorias contínuas que atendam aos padrões de qualidade exigidos pela indústria.

No entanto, o estudo revelou desafios persistentes na mitigação de falhas como "Crateras" e "Outros" (selantes, bolhas e amassados). Essas falhas indicam limitações estruturais e operacionais que exigem intervenções específicas. A análise aponta para possíveis causas, como calibração inadequada de equipamentos e inconsistências nos materiais utilizados, destacando a importância de inspeções detalhadas e rotinas de testes laboratoriais. Essas práticas permitem verificar a compatibilidade química e mecânica dos insumos, assegurando que tintas, solventes e outros materiais atendam aos padrões necessários para o processo produtivo. Conforme Werkema (1995), a utilização do Diagrama de Ishikawa pode ajudar a mapear essas causas-raiz, proporcionando uma visão ampla dos fatores que influenciam as falhas remanescentes.

Adicionalmente, tecnologias emergentes, como sensores de alta resolução, podem ser incorporadas para monitoramento contínuo das condições ambientais e operacionais das cabines de pintura. O uso desses sensores permite detectar pequenas variações em tempo real, como mudanças na umidade ou temperatura, que impactam diretamente a qualidade do acabamento. A integração de tecnologias da Indústria 4.0, como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial, amplia o alcance dessas práticas, permitindo uma manutenção preditiva mais eficiente e reduzindo o risco de falhas antes que elas impactem a produção.

Por exemplo, sistemas baseados em Big Data podem analisar grandes volumes de dados históricos para identificar padrões de falhas e prever problemas futuros, enquanto algoritmos de aprendizado de máquina podem recomendar ajustes em tempo real para otimizar as condições de operação. Essas soluções tecnológicas oferecem um potencial significativo para transformar os processos industriais, integrando práticas sustentáveis com inovação tecnológica para alcançar maior competitividade e eficiência.

Além dos benefícios operacionais, as práticas de LTE destacam-se como pilares para a construção de uma abordagem holística de manutenção preventiva, que considera não apenas os aspectos técnicos, mas também os comportamentais e culturais. A capacitação contínua dos operadores é fundamental para garantir que eles estejam aptos a identificar e corrigir problemas de forma proativa, contribuindo para a criação de uma cultura organizacional voltada à excelência operacional e à sustentabilidade.

Por fim, a conexão entre os resultados e a teoria reforça a relevância prática e acadêmica deste estudo. Academicamente, os achados ampliam a compreensão sobre como práticas preventivas e tecnologias emergentes podem ser integradas para enfrentar desafios complexos na indústria. Em termos práticos, o estudo oferece um roteiro claro para empresas que buscam reduzir falhas, melhorar a qualidade do produto e adotar práticas mais sustentáveis, alinhadas às demandas da Indústria 4.0 e às expectativas de um mercado cada vez mais competitivo.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir da análise do trabalho em sua totalidade, pode-se avaliar que o estudo atingiu plenamente seu objetivo de investigar como a Limpeza Técnica Especializada (LTE) contribui para a eficiência da manutenção preventiva e a qualidade no setor de pintura automotiva. A pesquisa, fundamentada em dados detalhados e análises criteriosas, demonstrou com clareza os impactos positivos da LTE nos indicadores financeiros e operacionais da montadora estudada.

Entre os principais resultados, destaca-se a redução significativa de falhas, com a eliminação completa das categorias "Impurezas" e "Contaminação", além de uma economia de R\$ 20.800.000,00 nos custos operacionais, equivalente a uma redução de 39%. A produtividade também foi ampliada, com um aumento de 800 para 1.000 veículos produzidos mensalmente, sem incremento nos custos operacionais. Esses avanços reforçam a relevância da LTE como uma ferramenta estratégica para melhorar o desempenho industrial e garantir maior sustentabilidade financeira.

Do ponto de vista teórico, o trabalho oferece uma contribuição relevante ao campo da administração e da engenharia de produção ao integrar práticas de limpeza técnica com conceitos de manutenção preventiva e qualidade total. A conexão com autores como Kardec e Nascif (2009), que defendem a manutenção preventiva como um pilar estratégico para a excelência operacional, é fortalecida pela análise empírica. A relação entre LTE e sustentabilidade financeira, ambiental e operacional também está alinhada ao conceito de triple

bottom line, de Elkington (1997), que destaca o equilíbrio entre os benefícios econômicos, sociais e ambientais nas práticas empresariais.

Praticamente, o estudo apresenta soluções aplicáveis e sustentáveis que podem ser adaptadas a diferentes contextos industriais. As recomendações, como a introdução de sensores inteligentes para monitoramento de contaminações, a análise preditiva baseada em Big Data e o treinamento contínuo de operadores, reforçam a aplicabilidade da LTE como uma prática alinhada aos princípios da Indústria 4.0. Essas tecnologias não apenas permitem ganhos em eficiência e redução de custos, mas também ampliam a capacidade das organizações de prever e mitigar falhas antes que estas comprometam a produção.

No entanto, algumas limitações foram identificadas. O foco em uma única unidade industrial limita a generalização dos resultados, enquanto a ausência de uma análise longitudinal impede a avaliação da sustentabilidade dos ganhos no longo prazo. Além disso, categorias de falhas, como "Crateras" e "Outros", permaneceram constantes, sugerindo que fatores fora do escopo da LTE, como qualidade dos insumos e variáveis ambientais, precisam ser investigados. Essas limitações indicam caminhos importantes para futuras pesquisas.

Para futuras investigações, recomenda-se expandir o escopo do estudo para incluir diferentes indústrias e contextos geográficos, analisando como a LTE pode ser adaptada a variáveis organizacionais diversas. Estudos longitudinais também seriam úteis para avaliar a persistência dos benefícios observados e sua evolução ao longo do tempo. Adicionalmente, a análise do impacto ambiental da LTE poderia trazer novas perspectivas, especialmente em relação à redução de resíduos e contaminações, reforçando a sustentabilidade organizacional.

Por fim, o estudo demonstra que a LTE não é apenas uma prática operacional, mas um componente estratégico essencial para a manutenção preventiva, contribuindo para a redução de custos, melhoria da qualidade do produto e aumento da competitividade no mercado. Ao fortalecer a conexão entre resultados e teoria, o trabalho reafirma o papel da LTE como uma prática essencial na busca pela excelência operacional, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e inovação da Indústria 4.0. As recomendações apresentadas consolidam a abordagem de melhoria contínua, assegurando que a LTE continue a ser um diferencial estratégico tanto para o setor automotivo quanto para outras indústrias.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. S. **Gestão da Manutenção**. São Paulo: Saraiva, 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES – ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/anuarios-2/>. Acesso em: 31 out. 2024.

BORLIDO, D. J. A. **Indústria 4.0**: aplicação a sistemas de manutenção. 2017. 77 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2017. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf>. Acesso em: 15 out. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SECRETÁRIOS DE SAÚDE – CONASS. **Manual de Higienização e Limpeza**. 2015. Disponível em: <https://www.conass.org.br/liacc/wp-content/uploads/2015/02/MANUAL-DE-HIGIENIZACAO-E-LIMPEZA.pdf>. Acesso em 15 out. 2024.

COUTINHO, R. **Você Precisa de uma Inspeção de Pintura Industrial?**. 2016. Disponível em: <https://opintorconsultoria.com/inspecao-de-pintura-industrial/>. Acesso em: 03 out. 2024.

COUTINHO, R. **Pintura industrial: reduzir custos sem perder a qualidade é possível?**. 2016. Disponível em: <https://opintorconsultoria.com/reduzir-custos-pintura-industrial/>. Acesso em: 3 out. 2024.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Penso, 2021.

CYRINO, L. **Diagnóstico de falhas das vibrações**. 2017. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/diagnostico-de-falhas-das-vibracoes/>. Acesso em: 15 out. 2024.

DAPPER, P. V.; GRENZEL, R.; ZANATTA, J. M. Estrutura organizacional da manutenção, escolha do método de trabalho e os indicadores de gestão de pessoas: uma abordagem conceitual. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/322530995\\_ESTRUTURA\\_ORGANIZACIONAL\\_DA\\_MANUTENCAO\\_ESCOLHA\\_DO\\_METODO\\_DE\\_TRABALHO\\_E\\_OS\\_INDICADORES\\_DE\\_GESTAO\\_DE\\_PESSOAS\\_UMA\\_ABORDAGEM\\_CONCEITUAL](https://www.researchgate.net/publication/322530995_ESTRUTURA_ORGANIZACIONAL_DA_MANUTENCAO_ESCOLHA_DO_METODO_DE_TRABALHO_E_OS_INDICADORES_DE_GESTAO_DE_PESSOAS_UMA_ABORDAGEM_CONCEITUAL). Acesso em: 3 out. 2024.

ELKINGTON, J. **Cannibals With Forks: Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford: Capstone Publishing, 1997.

FONTES, T. D. L. R. **Gestão integrada em operações de limpeza industrial de peças metálicas**. 2001. 142 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Engenharia do Ambiente) – Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2001. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/handle/10284/8307>. Acesso em: 03 out. 2024.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/>. Acesso em: 31 out. 2024.

HOMRICH, I. S. **A evolução da indústria automobilística brasileira entre 2000 e 2020: uma análise a partir do modelo estrutura, conduta e desempenho**. 2023. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Centro de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2023. Disponível em: [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/29997/Homrich\\_Ismael\\_Silva\\_2023\\_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/29997/Homrich_Ismael_Silva_2023_TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 31 out. 2024.  
<https://rio.expert/blog/gestao/entenda-o-que-e-o-downsizing-dos-motores/>. Acesso em: 15 out 2024.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2009.

KUNZLER, J. M. **Automação do processo de pintura**. 2019. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia e Arquitetura) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019. Disponível em: <http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/1710/1/PF2019Joice%20Marieli%20Kunzler.pdf>. Acesso em: 05 out. 2024.

MARCON, F. **Manutenção produtiva total para a gestão de equipamentos em cabines de pintura automotiva**. 2021. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção, Área de Ciências Exatas e Tecnologia) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/13866/TCC%20Felipe%20Marcon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 out. 2024.

NASCIMENTO, M. K. M. **Prospecção tecnológica de cabine de pintura industrial: análise para indústria de duas rodas do Polo Industrial de Manaus**. 2022. 153 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9450>. Acesso em: 05 out. 2024.

NASCIMENTO, M. S. Implantação e evolução da indústria automobilística no Brasil. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 5, n. 7, p. 67–79, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/1704>. Acesso em: 28 out. 2024.

OLIVEIRA, R. B. *et al.* Análise de Consumo de Energia Elétrica de Equipamentos em Oficina de Pintura Automotiva. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 9, n. 1, p. 69-78, 2024. Disponível em: <http://revistas.poli.br/~anais/index.php/repa/article/view/2780/903>. Acesso em 04 out. 2024.

PIMENTA, L. J. **A crise na rede concessionárias de automóveis no Brasil**. 2002. 157f. Dissertação (Mestrado em Análise Regional) – Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Salvador, Salvador, 2002. Disponível em: [http://www.luijosepimenta.com.br/files/artigos/a\\_crise\\_na\\_rede\\_de\\_concession%C3%A1rias\\_de\\_automoveis\\_no\\_Brasil.pdf](http://www.luijosepimenta.com.br/files/artigos/a_crise_na_rede_de_concession%C3%A1rias_de_automoveis_no_Brasil.pdf). Acesso em 04 out. 2024.

PINTO, M. C. **Sistema de manutenção preditiva de falhas em válvulas em um processo industrial utilizando inteligência artificial**. 2021. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/32268>. Acesso em: 15 out 2024.

PIRES, C. A.; OKADA, R. H. Manutenção preditiva. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 635-647, 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/download/781/502/3462>. Acesso em: 05 out. 2024.

PISCANI, F. **The Increasing Importance of Technical Cleanliness**. 2017. Evident. Disponível em: <https://www.olympus-ims.com/id/insight/increasing-importance-technical-cleanliness/>. Acesso em: 15 out. 2024.

PODER360. **Stellantis investirá R\$ 13 bilhões no Polo Automotivo de Goiana**. Poder360, 2023. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/economia/stellantis-investira-r-13-bilhoes-no-polo-automotivo-de-goiana/>. Acesso em: 31 out. 2024.

RIOSULENSE. **Entenda o que é o downsizing dos motores**. 2021. Disponível em:

ROCHA, D. A.; TARRENTO, G. E. Proposta de redução de retrabalho e economia de tinta na pintura. **Tekhne e Logos**, v. 13, n. 3, p. 93-103, 2022. Disponível em: <http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/883/491>. Acesso em 15 out. 2024.

SANTOS, J. R. **PRODUTIVIDADE**: fatores que interferem na excelência dos serviços de uma empresa de manutenção em uma siderúrgica. 2019. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Instituto Ensinar Brasil – Rede Doctum de Ensino, Faculdade Doctum de João Monlevade, João Monlevade, 2019. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/2322/PRODUTIVIDADE%20Fatores%20que%20interferem%20na%20excel%20c3%aancia%20dos%20servi%20c3%a7os%20de%20uma%20empresa%20de%20manuten%20c3%a3o%20em%20uma%20sider%20c3%bargica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 out. 2024.

SANTOS, L. M. A. *et al.* A importância da manutenção industrial e seus indicadores. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 1, n. 11, p. 108-128, 2019. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/manutencaoindustrial>. Acesso em: 05 out. 2024.

SCHWAB, K. **The fourth industrial Revolution**. USA: World Economic Forum. 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS (SBRT). **Pintura para metais como proteção anticorrosiva**. 2013. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/sbrt/Dossies/pintura-para-metais-como-protecao-anticorrosiva,fcd5c00347982810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 05 out. 2024.

SILVA FILHO, J. N. **Proposta de ferramenta de gestão para manutenção de esquemas de pintura**. 2018. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica)

– Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/46808>. Acesso em: 03 out. 2024.

SILVA JUNIOR, M. R. **Aplicação Estratégica de Técnicas de Manutenção Industrial**. 2019. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Anhanguera Campo Limpo, São Paulo, 2019. Disponível em: [https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/26295/1/MOACIR\\_RICARDO\\_D\\_A\\_SILVA\\_JUNIOR\\_ATIVIDADE3.pdf](https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/26295/1/MOACIR_RICARDO_D_A_SILVA_JUNIOR_ATIVIDADE3.pdf). Acesso em: 10 out 2024.

SOBREIRA, T. B. **Eco-inovação: a evolução e a aplicação de tecnologias ambientais no setor de pintura da indústria automotiva**. 2015. 107f. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Centro Universitário da FEI, São Paulo, 2015. Disponível em: <https://repositorio-api.fei.edu.br/server/api/core/bitstreams/a816f365-9959-40f9-b70c-7b9b180da47e/content>. Acesso em: 03 out. 2024.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2008. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3625>. Acesso em: 31 out. 2024.

SOUZA, M. **Polo automotivo Stellantis de Goiana alavanca economia de Pernambuco com tecnologia e inovação**. Folha de Pernambuco, 2023. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/colunistas/fmotors/polo-automotivo-stellantis-de-goiana-alavanca-economia-de-pernambuco-com-tecnologia-e-inovacao/40829/>. Acesso em: 31 out. 2024.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1990.

VELOSO, N. **Gerenciamento e Manutenção de Equipamentos Móveis**. São Paulo: Sobratema, 2009.

VICENTE, J. C. **A importância de manutenção preventiva e corretiva em robôs de pintura automotiva**. 2021. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário do Sul de Minas, 2021. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/2217>. Acesso em: 03 out. 2024.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 6. ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1995.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2015.