



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**HALISON RAFAEL CURSINO MAIA  
EDISLANDIA PINHEIRO BASTOS DO NASCIMENTO**

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA NO SETOR DE USINAGEM**

**FORTALEZA  
2024.1**

HALISON RAFAEL CURSINO MAIA  
EDISLANDIA PINHEIRO BASTOS DO NASCIMENTO

ANÁLISE DE INVESTIMENTO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA NO SETOR DE USINAGEM

Esta monografia apresentada no dia 12 de junho de 2024 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO, sob a orientação da prof.º Esp. Gleison Ribeiro Cruz.

FORTALEZA  
2024.1

---

M217a

Maia, Halison Rafael Cursino.

Análise de investimento para apoio à tomada de decisão: estudo de caso em uma indústria no setor de usinagem. / Halison Rafael Cursino Maia; Edislandia Pinheiro Bastos do Nascimento. – Fortaleza, 2024.

65 f. ; il. ; 30 cm.

Monografia - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Unifametro, Fortaleza, 2024. Orientação: Prof. Esp. Gleison Ribeiro Cruz.

1. Engenharia de Produção – Investimentos. 2. Parque Industrial – Modernização. 3. Análise de Custos e Benefícios – Engenharia de Produção. I. Título.

CDD 658.514

---

HALISON RAFAEL CURSINO MAIA  
EDISLANDIA PINHEIRO BASTOS DO NASCIMENTO

ANÁLISE DE INVESTIMENTO PARA APOIO À TOMADA DE DECISÃO:  
ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA ESPECÍFICA NO SETOR DE  
USINAGEM

Esta monografia apresentada no dia 12 de junho de 2024 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO, tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Esp. Gleison Ribeiro Cruz  
Orientador - Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO

---

Prof. Dr. Túlio Italo da Silva Oliveira  
Membro Interno - Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO

---

Prof. Esp. Renan Torquado Almeida  
Membro Externo – Naturagua Águas Minerais Industria E Comercio S.A.

À minha família, amigos e professores, que com dedicação e cuidado, me guiaram ao longo da jornada, contribuindo para que eu alcançasse o ponto em que estou hoje.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me permitido concluir essa maravilhosa fase em minha vida, considerando todos os obstáculos que tive que superar ao longo desses anos de aprendizado. Não posso deixar de expressar minha gratidão às nossas famílias: Thayanna, Marcos e Kaleu Maia, da família do Halison; José Anaury (in memoriam), Monallysa, Daniel e Anaury Bastos, filhos da Edislândia.

Jamais poderia esquecer duas pessoas que desempenharam um papel extremamente essencial para que eu pudesse dar o meu primeiro passo em direção à tão sonhada graduação. Agradeço imensamente aos meus amigos Alexandre Cesar e João Lucas; vocês estarão sempre no meu coração por todo o incentivo dado.

Minha mãe, Maria Aurisene, e meu pai, Marcos Ocelo, foram minhas bases e minha força constante. Sempre fui motivado ao ver o quão determinados vocês são para alcançar seus objetivos e a coragem com a qual enfrentam os obstáculos, por mais desafiadores que sejam.

Também não posso esquecer da ajuda constante na busca dos dados para o estudo e da prontidão em disponibilizar o máximo possível. Muito obrigado, Lucas Fernandes.

E agora ninguém vai chorar meu choro, mas até quem eu não conheço vai querer sorrir o meu sorriso.

Djonga

## RESUMO

O presente trabalho discute a importância da modernização do parque fabril nas indústrias, ressaltando uma defasagem tecnológica na produtividade e nos custos durante as aquisições de equipamentos. Apenas 2% das empresas possuem máquinas com até 2,5 anos de uso, enquanto 28% utilizam equipamentos com 10 a 15 anos, o que prejudica a competitividade. O estudo concentra-se na aplicação de ferramentas de análise de investimento para auxiliar na tomada de decisão sobre a aquisição de novos equipamentos no setor de usinagem de uma empresa de autopeças. Por meio de uma análise detalhada, são identificados e avaliados os custos operacionais, calculado o período de retorno (*payback*) e indicadores como MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio de Reparo) para otimizar os processos de manutenção corretiva e justificar a viabilidade econômica durante os investimentos. O objetivo geral é realizar um estudo de viabilidade econômica que sustente a eficiência do processo de aquisição de um centro de usinagem industrial. Ferramentas como VPL (Valor Presente Líquido) e TIR (Taxa Interna de Retorno) são utilizadas para avaliar o retorno sobre o investimento, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões. A análise inclui um exemplo prático, demonstrando como essas ferramentas podem ser aplicadas efetivamente para evidenciar os ganhos no processo, contribuindo para a atualização tecnológica e a competitividade da empresa, além de contribuir nos resultados para redução de custos. Com a possível aquisição do centro de usinagem ROMI – D600, foram observados ganhos econômicos e operacionais significativos em comparação com o equipamento anterior ROMI – D800. Esses ganhos incluem: um retorno do investimento inicial de R\$ 660.000,00 esperado a partir do segundo mês do 4º ano, com uma TIR de 18,32%, que é 43,13% maior que a TMA, demonstrando ser um investimento melhor do que se fosse aplicado na taxa Selic. Esses resultados representam uma economia considerável nos custos operacionais e de manutenção, um rápido retorno do investimento e uma melhoria na confiabilidade do processo produtivo, demonstrando que a possível aquisição do centro de usinagem ROMI – D600 foi uma decisão acertada. O objetivo final é contribuir para a compreensão das sugestões práticas e dos benefícios tangíveis destes esforços, enriquecendo assim o conhecimento sobre como gerir eficazmente os recursos e operações.

**Palavras-chave:** Atualização tecnológica; redução de custos; tomada de decisão; viabilidade econômica.

## ABSTRACT

This paper discusses the importance of modernizing the industrial park in industries, highlighting a technological lag in productivity and costs during equipment acquisitions. Only 2% of companies have machines up to 2.5 years old, while 28% use equipment that is 10 to 15 years old, which harms competitiveness. The study focuses on applying investment analysis tools to aid decision-making regarding the acquisition of new equipment in the machining sector of an auto parts company. Through detailed analysis, operational costs are identified and evaluated, the payback period is calculated, and indicators such as MTBF (Mean Time Between Failures) and MTTR (Mean Time to Repair) are used to optimize corrective maintenance processes and justify the economic feasibility of investments. The general objective is to conduct an economic feasibility study that supports the efficiency of the process of acquiring an industrial machining center. Tools such as NPV (Net Present Value) and IRR (Internal Rate of Return) are used to evaluate the return on investment, providing a solid basis for decision-making. The analysis includes a practical example, demonstrating how these tools can be effectively applied to highlight the gains in the process, contributing to the company's technological update and competitiveness, as well as helping to reduce costs. With the possible acquisition of the ROMI – D600 machining center, significant economic and operational gains were observed compared to the previous ROMI – D800 equipment. These gains include: an initial investment return of R\$ 660,000 expected from the second month of the 4th year, with an IRR of 18.32%, which is 43.13% higher than the MARR, demonstrating to be a better investment than applying it to the Selic rate. These results represent considerable savings in operational and maintenance costs, a quick return on investment, and an improvement in the reliability of the production process, demonstrating that the possible acquisition of the ROMI – D600 machining center was a wise decision. The ultimate goal is to contribute to understanding practical suggestions and tangible benefits of these efforts, thereby enriching knowledge on effectively managing resources and operations.

**Keywords:** Technological update; cost reduction; decision-making; economic feasibility.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CNI - Confederação Nacional da Indústria

MTBF - *Mean Time Between Failures* ou Tempo Médio Entre Falhas

MTTR - *Mean Time to Repair* ou Falhas Tempo Médio De Reparo

TI - Tecnologia da Informação

TIR - Taxa Interna de Retorno

TMA - Taxa Mínima de Atratividade

VPL - Valor Presente Líquido

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: <i>Payback</i> Simples .....	31
Tabela 2: <i>Payback</i> Descontado .....	33
Tabela 3: Plano de Ação - PE 2023 .....	44
Tabela 4: Aquisição /Liberação De Equipamento Para Produção .....	65
Tabela 5: Taxas de juros básicas – Histórico - Banco Central.....	54
Tabela 6: Cálculo para VPL - TIR – <i>Payback</i> .....	55
Tabela 7: Dados das paradas manutenção ROMI – D600 .....	47
Tabela 8: Cálculo MTBF máquina ROMI – D800 .....	48
Tabela 9: Cálculo MTBF máquina ROMI – D600 .....	49
Tabela 10: Cálculo MTTR máquina ROMI - D800 .....	49
Tabela 11: Cálculo MTTR máquina ROMI – 600 .....	50
Tabela 12: Comparação dos Indicadores Econômicos e de Confiabilidade entre os centros de Usinagem ROMI – D800 e ROMI – D600 .....	57

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sequência de Usinagem .....	19
Figura 2: As Quatro Revoluções Industriais .....	21
Figura 3: Peças automotivas usinadas .....	24
Figura 4: Diagrama de Pareto .....	29
Figura 5: Fórmula do <i>Payback</i> Simples .....	31
Figura 6: fórmula para o cálculo do VPL .....	33
Figura 7: Fórmula do cálculo de MTBF .....	34
Figura 8: Fórmula do cálculo de MTTR .....	36
Figura 9: Fluxograma do procedimento do método aplicado .....	38
Figura 10: Fluxograma do procedimento de aquisição de equipamentos .....	40
Figura 11: Layout – ROMI D800 .....	45
Figura 12: Fluxo de caixa do <i>Payback</i> aplicado .....	56

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1. Problematização e justificativa .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2. Objetivo .....</b>	<b>17</b>
1.2.1. Objetivo geral.....	17
1.2.2. Objetivos específicos .....	17
<b>1.3. Estrutura .....</b>	<b>18</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Usinagem na indústria automotiva .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. Evolução tecnológica na indústria .....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Revoluções industriais .....	20
2.2.2. Avanço tecnológico na indústria.....	25
<b>2.3. Atualização Tecnológica .....</b>	<b>27</b>
2.3.1. Impacto da obsolescência.....	27
2.3.2. Importância da monitorização tecnológica na indústria: .....	27
<b>2.4. Ferramentas de gestão para o monitoramento de processos.....</b>	<b>28</b>
2.4.1. Ferramenta de qualidade .....	28
2.4.2. Diagrama de Pareto .....	28
<b>2.5. Ferramentas para análise de investimento .....</b>	<b>29</b>
2.5.1. <i>Payback</i> .....	29
2.5.2. (MTBF) Tempo médio entre falhas .....	34
2.5.3. (MTTR) Falhas tempo médio de reparo.....	35
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Desenho da pesquisa.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. Coleta de dados.....</b>	<b>39</b>
3.2.1. Procedimentos para coleta de dados .....	39
3.2.2. Variáveis a serem estudadas.....	40
<b>3.3. Análise de dados .....</b>	<b>40</b>
3.3.1. Métodos estatísticos .....	40
3.3.2. Ferramentas estatísticas específicas .....	41
<b>3.4. Ferramentas e técnicas.....</b>	<b>41</b>
3.4.1. Aplicação das ferramentas. ....	41
<b>3.5. Análise dos dados para tomada de decisão .....</b>	<b>42</b>

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>4.1. Detalhamento da indústria escolhida .....</b>	<b>43</b>
<b>4.2. Sistemática e padrão de processo de aquisição na empresa em estudo.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3. Análise dos indicadores de gestão do processo .....</b>	<b>46</b>
4.3.1. Levantamento de dados para cálculo de MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio para Reparo) referente aos centros de usinagem D600 e D800.....	46
4.3.2. MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) Máquina ROMI - D800 .....	47
4.3.3. MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) - Máquina ROMI – D600 .....	48
4.3.4. Cálculo MTTR (Tempo Médio para Reparo) - Máquina ROMI – D800 .....	49
4.3.5. Cálculo MTTR (Tempo Médio para Reparo) - Máquina ROMI – D600 .....	50
4.3.6. Resumo comparativo entre os indicadores Com base nos dados apresentados, podemos realizar uma análise comparativa dos indicadores de confiabilidade dos equipamentos ROMI - D800 e ROMI - D600, utilizando os parâmetros de MTBF ( <i>Mean Time Between Failures</i> ) e MTTR ( <i>Mean Time To Repair</i> ). .....	50
4.3.7. O diagrama de Pareto:.....	51
<b>4.4. Análise econômica. ....</b>	<b>53</b>
4.4.1. <i>Payback</i> :.....	54
4.4.2. Analisando a viabilidade econômica:.....	56
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de maquinários e equipamentos antigos pelas indústrias brasileiras representa um obstáculo para o seu desenvolvimento e competitividade. Segundo uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI), apenas 2% das empresas possuem máquinas com até 2,5 anos de uso, enquanto 28% têm equipamentos com 10 a 15 anos (Cable News Network Brasil, 2023).

Conforme Marson (2014), essa situação implica em menor produtividade, maior custo de manutenção, maior consumo de energia e maior emissão de poluentes. Além disso, a diferença tecnológica dificulta a adaptação às novas demandas do mercado e aos desafios da indústria 4.0, que envolve a integração de diferentes tecnologias como inteligência artificial, robótica, internet das coisas e computação em nuvem.

É indispensável que as indústrias invistam na renovação do seu parque fabril, buscando incorporar máquinas e equipamentos mais modernos, eficientes e sustentáveis.

Neste trabalho, será abordado a aplicação de ferramentas para análise de investimento em máquinas e equipamentos no setor de usinagem de uma empresa de autopeças, visando auxiliar a tomada de decisão. Esse assunto é de grande relevância para as empresas que almejam fortalecer sua competitividade e aprimorar a eficiência no mercado.

Para Lima (2021) é esperado que as empresas constantemente busquem melhorar, modificar e renovar a qualidade da prestação de serviços aos clientes.

De acordo com Silva e Junior (2023), em sua pesquisa sobre a Aplicação de Ferramentas da Qualidade em uma Indústria de Cosméticos, as ferramentas da qualidade e a padronização dos processos já fazem parte das organizações, embora pouco explorados, as propostas iniciais de ferramentas da qualidade são um conjunto de metodologias utilizadas para definir, medir, analisar e resolver *gaps* que estejam impactando nos resultados das organizações, sendo eles, financeiros, produtivos e de qualidade.

Analisada de vários pontos e perspectivas, a importância dessas aquisições é evidente, trazendo vantagens como o aumento da produtividade, a diminuição de erros e desperdícios, a economia de mão de obra, a otimização do uso de recursos,

a flexibilidade e a inovação, bem como a redução de custos indiretos, entre outros benefícios.

Para que esse processo seja eficaz, as empresas têm que aperfeiçoar continuamente seu sistema de qualidade. Isso exige que se institua um sistema de acompanhamento para verificar se as mudanças implementadas estão de fato possibilitando a evolução desejada (OLIVEIRA, 2006).

Segundo a CNI (2021), a Indústria 4.0 é um conceito que representa a transformação digital no setor industrial, por meio da integração de diferentes tecnologias como, robótica, internet e computação em nuvem. De acordo com a IBM (2021) as tecnologias permitem a automação e a otimização dos processos produtivos, também traz desafios e oportunidades para o desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil e do mundo.

De acordo com a IBM (2021), as tecnologias permitem a automação e a otimização dos processos produtivos.

A estratégia de aquisição e investimento em maquinário e tecnologias vem ganhando destaque nas organizações. Assim como as ferramentas de qualidade e a padronização de processos, esses recursos representam elementos fundamentais para as empresas, conforme indicado Silva e Junior (2023).

Embora ainda não explorados com muita frequência, os aspectos financeiros, produtivos e de qualidade, no contexto da Indústria 4.0 tais investimentos não apenas colaboram com o aumento da produtividade, mas também são mantidos de maneira a assegurar que, independentemente da situação da indústria, os padrões de qualidade e processos sejam consistentes e seguros.

### **1.1. Problematização e justificativa**

O problema de estudo se passa pela dificuldade de muitas organizações indústrias não conseguirem tomar decisões entre melhores investimentos na sua área fabril, acredita-se que esse fator se deve ao fato de que as empresas não utilizam ferramentas adequadas de análise de investimentos onde seria essencial para subsidiar essas decisões assertivas de forma a gerar economia financeira, redução de desperdícios e melhoria da qualidade dos produtos ou serviços oferecidos.

Dificuldades essas que podem comprometer a indústria, levando muitas das vezes a investimentos mal calculados, resultando em substituição desnecessária e gerando impacto negativo no fluxo de trabalho da produção.

O processo que direcionou a base desse estudo é de que existem ferramentas essenciais para uma análise segura durante o processo de tomada de decisão em investimentos. Essas ferramentas incentivam a modernização por meio da aquisição de equipamentos sendo capazes de aumentar a produtividade, qualidade, segurança e eficiência das operações industriais.

Esses benefícios podem impactar positivamente a performance operacional, a competitividade no mercado e conseqüentemente, os resultados financeiros das organizações.

Justifica-se como uma boa oportunidade, na redução desses problemas que os investimentos em equipamentos podem trazer como vantagens competitivas e sustentáveis para as organizações industriais, além de atender às demandas e expectativas dos clientes.

As organizações precisam se adaptar às mudanças do mercado, se diferenciar da concorrência, aumentar sua competitividade e gerar valor para os clientes, acionistas, colaboradores e sociedade.

Portanto, é relevante para as indústrias possuírem um apoio durante a tomada de decisões de investimentos, onde irá garantir a atualização tecnológica e produtiva das empresas.

## **1.2. Objetivo**

### 1.2.1. Objetivo geral

Realizar um estudo de viabilidade econômica para o auxílio na tomada de decisão, quanto a substituição de um equipamento no setor de usinagem industrial.

### 1.2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- Identificar e detalhar a redução de custo relacionado a uma possível troca de um equipamento de centro de usinagem em uma célula de produção.

- Realizar cálculos de *payback* descontado para análise de investimento em novo centro de usinagem
- Aplicar o VPL (Valor Presente Líquido) e a TIR (Taxa Interna de Retorno) para avaliar a viabilidade econômica do investimento.
- Calcular e analisar os indicadores MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio de Reparo) para verificar impactos de uma possível substituição de equipamento.
- Apresentar resultados da aplicação da metodologia de análise de investimento

### **1.3. Estrutura**

Será realizada uma análise para verificar as possibilidades de atualização tecnológica ou substituição de um equipamento em uma célula no processo de usinagem. Para isso, será apresentado um exemplo prático de caso, demonstrando como será possível aplicar efetivamente algumas ferramentas que podem mostrar os ganhos no processo.

Além disso, abordará os critérios e métodos que orientam a tomada de decisão em investimento em um equipamento. Ao longo deste trabalho, será conduzida uma análise comparativa das vantagens e desvantagens entre algumas estratégias de investimento, auxiliando na compreensão da escolha de equipamentos para a atualização tecnológica no setor de usinagem.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Usinagem na indústria automotiva

Para Erominas Indústria e Comércio LTDA (2019) na indústria automotiva, a usinagem desempenha um papel vital. Sendo amplamente utilizada para produção em massa de diversas peças para o setor automotivo. Isso inclui componentes importantes como engrenagens, eixos, flanges, pinos, cubos, rolamentos e juntas. As peças usinadas são essenciais para um funcionamento eficiente de veículos automotivos.

A usinagem é um processo de fabricação que exige cautela e precisão. Esse processo envolve a remoção de material de uma peça bruta, com o objetivo principal de conformá-la para obter a forma e as dimensões exatas e desejadas. Esse processo é realizado por meio de uma série de operações conforme demonstrado na figura 1, onde gradativamente esculpem e retira uma camada de material da peça até atingir as especificações necessárias para encaixe e montagem.

Figura 1 – Sequência de Usinagem



Fonte: CCV INDUSTRIAL (2017)

De acordo com CCV INDUSTRIAL (2017) a usinagem não se limita apenas à obtenção da forma e dimensões corretas. Ela também é usada para alcançar o acabamento superficial desejado. Este aspecto do processo garante que o produto

final não atenda apenas às especificações dimensionais, mas também apresente uma aparência e sensação de alta qualidade, além de garantir a rugosidade necessária para algumas utilizações específicas.

Existem conceitos recentes conforme indicado por CCV INDUSTRIAL (2017) que explorou os parâmetros e métodos mais adequados ao processo de remoção de materiais em fresamento, aplainamento, furação, brochamento, eletroerosão e o torneamento que é um dos mais utilizados.

Os parâmetros envolvidos nos processos incluem avanço, velocidade de corte, estratégia e sentido de corte. Além de verificar que para ter o processo com menor custo e melhor acabamento, é necessário ater-se aos parâmetros que demonstraram maior influência, como a velocidade de corte e o sentido do corte, tendo em vista o menor gasto.

## **2.2. Evolução tecnológica na indústria**

### **2.2.1. Revoluções industriais**

A Primeira Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra, em meados do século XVIII, significou um período de grandes mudanças. Essas mudanças, ao longo dessa fase, estavam limitadas ao domínio inglês. Contudo, ao longo do desenvolvimento de novas tecnologias e aprimoramentos de técnicas, essas transformações espalharam-se pelo mundo todo, sendo, portanto, fundamental para entender a atual configuração da sociedade.

A principal característica dessa fase é a mudança do processo produtivo. Anteriormente, o trabalho era feito por artesãos, mulheres, homens e crianças, que o desenvolvia em suas casas ou em oficinas. Com a Revolução Industrial, esse trabalho passou a ser desenvolvido em fábricas com a utilização de máquinas. Antes, a execução de trabalho que era feita manualmente demandava muito tempo, visto que os trabalhadores precisavam realizar todas as etapas do sistema produtivo.

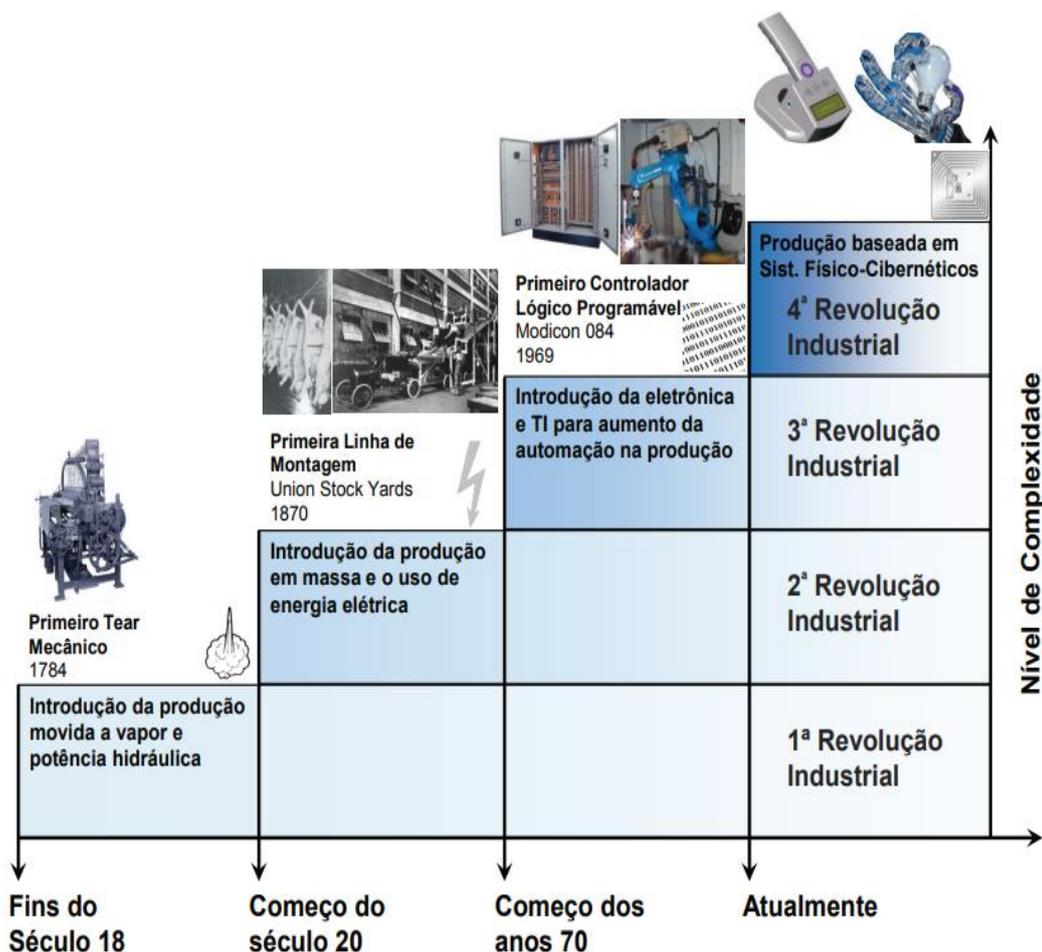
Com o avanço tecnológico, foi possível desenvolver máquinas capazes de otimizar o tempo, possibilitar a produção em maior escala e, conseqüentemente, o aumento dos lucros. Nesse período, passa a existir o que conhecemos por “divisão

do trabalho”. Cada trabalhador passa, então, a exercer apenas uma etapa da produção e não todas as etapas (da matéria-prima à comercialização), como era feito anteriormente.

Surge também o trabalho assalariado, ou seja, o trabalhador que antes controlava o processo produtivo, passa a ser um funcionário que recebe uma remuneração pela sua produção. Sendo assim, a mão de obra passa a ser vendida, significando o surgimento de novas relações de trabalho.

Na figura 2 é possível visualizar as evoluções tecnológicas em relação ao tempo.

Figura 2: As Quatro Revoluções Industriais



Fonte: Adaptado de Kagermann et al, (2012)

As revoluções tecnológicas têm sido um marco na história da indústria. Desde a primeira Revolução Industrial no século XVIII até a Indústria 4.0 de hoje, cada etapa

trouxe progressos notáveis em termos de automação, comunicação e eficiência na produção. Compreender essas mudanças destaca a relevância da modernização no campo da usinagem. E não podemos esquecer que, além de tudo isso, ainda temos muito a aprender e a explorar.

Antes de falar sobre os avanços tecnológicos da usinagem de peças, é interessante mostrar como essas novas tecnologias ligadas à computação e à comunicação a distância (internet) não são totalmente estranhas ao passado.

No setor automotivo, como é sabido, os entusiastas de carros antigos muitas vezes encontram uma situação em que a peça de que precisam para um modelo de carro não é mais fabricada.

Há várias empresas de usinagem que não só têm paixão por carros antigos, mas também são capazes de fornecer vários serviços a colecionadores e, sobretudo, àqueles que restauram os veículos antigos, construindo peças do zero.

Uma tecnologia que ajuda nisso é um software de computador que auxilia no design de peças, partes e equipamentos de várias áreas, tais como:

- Topografia
- Geologia
- Engenharia
- Arquitetura
- Automobilística

Neste último caso, uma das funções do programa acaba se mostrando insubstituível, sobretudo quando o assunto é vintage e carros antigos. Para as peças realmente difíceis de encontrar, as empresas que usam o software oferecem a “engenharia reversa”.

Essa tecnologia nada mais faz que redesenhar uma peça com base nas outras peças que a ela se conectam ou conectavam.

Assim, mesmo que o carro tenha perdido a peça e ela seja difícil de encontrar, é possível reconstituí-la no computador e depois usiná-la na matéria-prima de que era feita, seja metal ou plástico, seja madeira (a qual era comum em carros antigos).

A usinagem sempre apresentou uma gama bastante variada de segmentos que consomem e até dependem de sua produção de peças e partes fornecidas como matéria-prima.

Os avanços na usinagem automotiva também tiveram seu espaço garantido, e o segmento que se relaciona com ela de modo especial e mais dinâmico que os demais, esse segmento é o da usinagem de peças automotivas.

Em termos práticos, a usinagem nada mais é que a indústria das máquinas que desenham e dão forma ao metal, ao plástico e até a madeira. Naturalmente, a demanda que um veículo tem por peças feitas em metal e em plástico é enorme.

Um avanço como o referido acima seria impensável sem o conceito ou prática dos serviços de usinagem CNC. A sigla CNC, por sua vez, significa *Computer Numeric Control*. Em tradução livre, significa Controle Numérico por Computador.

A usinagem evoluiu das fundições e metalúrgicas antigas. Mas foi ao integrar a tecnologia da informática com ela que as possibilidades desse ramo passaram a evoluir de modo tão agressivo.

O maquinário da usinagem em geral continua sendo praticamente o mesmo:

- Fresamento;
- Brochamento;
- Eletroerosão;
- Serramento;
- Aplainamento;
- Torneamento.

Na figura 3 é possível verificar os avanços gerais da usinagem automotiva, mostrando que se houve uma melhoria contínua sobre essas tecnologias.



- A segurança do trabalho

No caso dos automóveis, por exemplo, um centro de usinagem não pode focar apenas na manufatura das peças. Ele precisa investir na confiabilidade do produto final, além de mostrar que ele resultará na maior eficiência de combustível, por exemplo, e até mesmo na redução da poluição do meio ambiente.

De fato, a evolução tecnológica trouxe a usinagem a requisitos exigentes de controle de qualidade em todo o processo de fabricação. Isso mesmo em alguns sentidos mais amplos, como os de cunho social e civil.

### 2.2.2. Avanço tecnológico na indústria

Uma análise detalhada do conceito da evolução tecnológica na Indústria, enfatizando a fusão de tecnologias como inteligência artificial, robótica e computação em nuvem. Essas tecnologias estão revolucionando os processos industriais e as empresas podem aproveitar essa transformação para seu benefício. E, além disso, ainda temos muito a descobrir e a inovar.

De acordo com a Infocar Tecnologia (2023), a Indústria 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, é a denominação da fase em que estamos vivendo atualmente, impactando setores como o automotivo, marcada por inovação, sistemas inteligentes e automatização de processos. Esse, portanto, é o período da digitalização das atividades industriais através de diferentes recursos.

A indústria automotiva está acompanhando essa mudança, adaptando-se às tecnologias e ao digital. Hoje, carros conectados e autônomos já são uma realidade, a produção de dados está cada vez maior e a inteligência artificial pode ser utilizada para diferentes etapas.

Essa revolução foi impulsionada pelos avanços em áreas como Inteligência Artificial, Internet das Coisas (IoT), Big Data, robótica, computação em nuvem e automação. Com esses recursos, agora é possível coletar e analisar grandes quantidades de dados em tempo real, estabelecer a comunicação entre diferentes

máquinas e sistemas e tomar decisões mais precisas e assertivas. Esse cenário resultou em grandes avanços e mudanças no setor automotivo.

A indústria automotiva é conhecida por acompanhar as revoluções industriais, sendo marcada, pelas mudanças implementadas por Henry Ford e hoje ela continua adaptando-se com facilidade, em busca de mais agilidade e eficiência em toda a cadeia produtiva.

De acordo com a pesquisa Sondagem Especial Indústria 4.0, realizada pela CNI (Confederação Nacional da Indústria), a indústria automotiva destacou-se pelo acréscimo de 16 novas tecnologias em seus processos. Além de melhorias na produção, também permitiram o cumprimento de exigências regulatórias e de sustentabilidade.

Os principais impactos da indústria 4.0 no setor automotivo foram os seguintes:

#### 2.2.2.1. Projeto de veículos:

Uso de tecnologias avançadas para simulação e modelagem 3d, criação de protótipos virtuais e integração com sistemas de realidade virtual e aumentada. Além disso, veículos autônomos e elétricos estão sendo projetados, testados e, posteriormente, vendidos.

#### 2.2.2.2. Fabricação automotiva:

Promoção de automação e conectividade nos processos de produção da indústria automotiva. Os sistemas agora são ciberfísicos, ou seja, as máquinas, equipamentos e sistemas se comunicam entre si.

#### 2.2.2.3. Conectividade:

Os veículos inteligentes podem ser facilmente pareados com celulares, sistemas e assistentes remotos para automatização, personalização e monitoramento. De acordo com a *Business Insider Intelligence*, teremos 77 milhões de carros conectados até 2025.

## **2.3. Atualização Tecnológica**

### **2.3.1. Impacto da obsolescência**

Os maquinários e equipamentos das empresas e indústrias perdem sua capacidade produtiva e ao longo do tempo começam a ter os desgastes físicos, com isso perdendo o valor de mercado e ficando obsoleto. Essa perda da capacidade produtiva junto com o desgaste físico do equipamento é conhecida por depreciação e obsolescência de máquina.

Dentro da obsolescência e depreciação de máquinas existem detalhes que servem para analisar um determinado desgaste e conforme indicado por Piovesana e Pagnani (1973) é importante verificar nos equipamentos a depreciação física, funcional e econômica, além da vida útil para que possa analisar um melhor valor entre os equipamentos atuais e os que estão em depreciação.

### **2.3.2. Importância da monitorização tecnológica na indústria:**

A gestão de equipamentos e máquinas é uma prática essencial e importante para garantir a eficiência e a segurança das operações em um determinado processo.

Conforme indicado pela equipe TOVS (13 DEZEMBRO, 2018), é de extrema importância a monitorização dos equipamentos, onde é um dos principais aspectos da gestão de maquinários e equipamentos, pois permite que as empresas visualizem os problemas existentes em seus equipamentos, antes que esses problemas se tornem críticos e possam afetar a produção.

Além disso para TOVS (13 DEZEMBRO, 2018), a monitorização ajuda as indústrias a estabelecerem rotinas no setor de manutenção com mais precisão, além de criar um calendário de paradas para consertos e calibrações que não prejudique a produtividade do negócio e ajude a afastar o risco de gastos referentes a acidentes, como o de indenização dos funcionários ou multas trabalhistas.

## **2.4. Ferramentas de gestão para o monitoramento de processos**

### **2.4.1. Ferramenta de qualidade**

Atualmente existem várias ferramentas da qualidade que podem ser utilizadas para medir o desempenho de um determinado equipamento, além de ajudar a melhorar a eficiência dos processos industriais existentes em uma área de produção.

Essas ferramentas facilitam a determinação do momento ideal para substituir um equipamento, considerando tanto a perda de desempenho devido à falta de qualidade quanto aos desgastes acumulados.

Quando um equipamento começa a apresentar problemas, é importante que sejam tomadas medidas para evitar que se agrave e cause prejuízos, e as ferramentas da qualidade servem para realizar uma análise. Esses detalhes permitem ajustar antecipadamente o processo, evitando intervenções imprevistas e preservando a eficiência do maquinário. Com isso, a estratégia de substituição torna-se mais viável, garantindo que os recursos sejam utilizados de forma otimizada e prolongando a vida útil dos equipamentos, levando a redução de custos a longo prazo para a organização.

Segundo Leonel (2008) existem ferramentas da gestão da qualidade que servem para auxiliar na melhoria contínua como o Diagrama de Pareto, essa ferramenta é de extrema importância para a organização na definição de uma tomada de decisão.

### **2.4.2. Diagrama de Pareto**

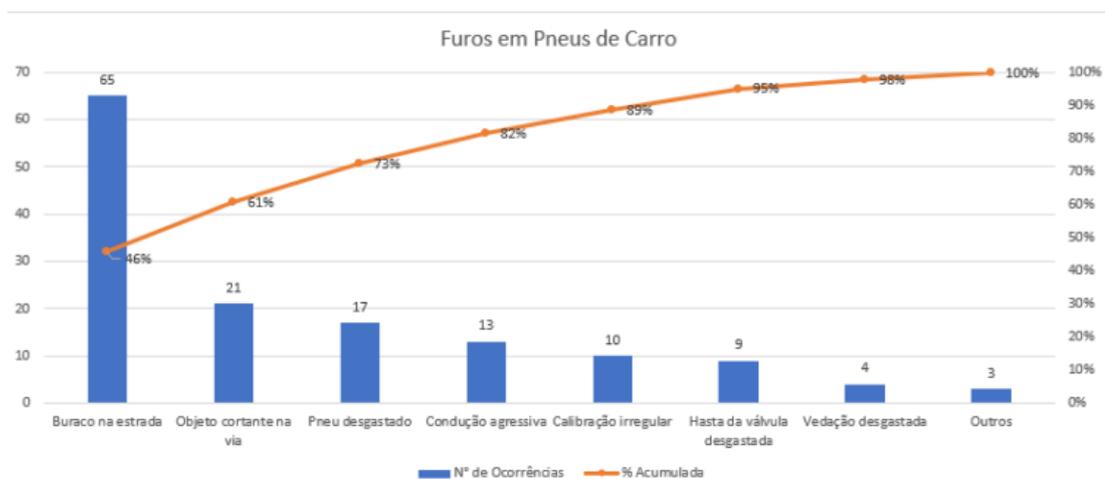
É uma ferramenta que é utilizada para analisar dados com o intuito de identificar problemas ou causas de falhas em um determinado processo, sempre ordenando por meio de prioridades e/ou criticidades dos problemas encontrados. Para Campos (2004) o gráfico de Pareto pode ser utilizado com a opção de destrinchar um problema maior em subdivisões de problemas, onde será identificado por ordem decrescentes o melhor meio de inclusão de metas.

Conforme aponta Ferreira e Morgado (2019), o diagrama de Pareto é um procedimento bastante utilizado em indústria, na qual tem o intuito de analisar os

problemas encontrados em uma produção, além de verificar e analisar altos custos por causa de desgastes e queda no desempenho da qualidade dos produtos.

Para Juran (1991) a ferramenta é usada em muitas áreas, incluindo engenharia, negócios e outras áreas. Para ele a ferramenta é identificada pelas barras verticais que tem a função de quantificar a frequência ou o impacto de cada problema ou causa de falhas, geralmente são organizadas em ordem decrescente conforme figura 4 abaixo:

Figura 4: Diagrama de Pareto



Fonte: Diagrama de Pareto: O Que É e Como Fazer - Gestão Produtiva (2019)

Juran (1991) também verificou a teoria de Pareto e analisou o diagramando juntamente com a regra 80-20, na qual indica que 20% de determinadas falhas ou causas são responsáveis por 80% do problema encontrado. O mesmo vale para os 80% das causas restantes que está relacionada a 20% dos problemas.

É importante identificar que a linha curva que se sobrepõe às barras onde mostram a porcentagem acumulada do total das causas, ver Figura 4.

## 2.5. Ferramentas para análise de investimento

### 2.5.1. Payback

Conforme explica a matéria “*Payback*: como calcular o prazo de retorno de investimento do site Conta Azul” (2023), o *payback* possui a finalidade de ser um indicador onde mostra em quanto tempo uma empresa irá recuperar um valor aplicado

em um determinado investimento de projeto, negócios ou aplicações. Ao investir em ações, ou equipamento, é de fundamental importância verificar os possíveis retornos em números que embasem um investimento.

Com esse intuito, um prazo específico para o retorno do projeto é de extrema importância, que auxilia o investidor a tomar uma decisão na qual irá visualizar se o projeto terá um tempo hábil e suficiente para esperar o seu retorno.

Para a Equipe Conta Azul (2023), o *payback* é uma forte ferramenta que possui um indicador financeiro na qual mostra e representa em tempo o retorno de um determinado investimento realizado. A ferramenta é usada para dimensionar quanto tempo levará para retornar o dinheiro investido em um determinado projeto ou aquisição de um equipamento.

Com base em Vieira (2016), o *payback* tornou-se uma das ferramentas mais utilizadas com os critérios essenciais para avaliar um investimento realizado. o cálculo permite identificar em quantos anos, meses e até em dias, o lucro acumulado igualará com o investimento inicial. Em outras palavras, irá demonstrar a quantidade de tempo em dias, meses ou anos será necessária para que o investimento inicial seja recuperado por meio dos lucros obtidos.

A ferramenta é usada por empreendedores e investidores que utilizam o indicador para analisar a viabilidade de um investimento de acordo com seu prazo de retorno. Dois tipos de *payback* são existentes para calcular o retorno em uma empresa: o simples e o descontado.

Conforme indicado por Moura (2011) o simples é calculado sem considerar o valor do dinheiro no tempo, tendo como base o tempo em que o valor investido será recuperado sem se preocupar com a depreciação do dinheiro.

Conforme descrito na matéria da Equipe Conta Azul (2023) “*Payback*: como calcular o prazo de retorno de investimento do site Conta Azul” para se calcular o tempo exato do *payback* simples é importante aplicar a fórmula conforme figura 5 abaixo.

Figura 5: Fórmula do *Payback* Simples

### Formula *Payback* Simples

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Saldo médio do fluxo de caixa no período}}$$

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Como exemplo é possível indicar um investimento realizado em uma indústria na qual foi investido R\$ 10.000,00, e abaixo será visualizado os retornos anuais com um fluxo de R\$ 3.000,00 ao ano.

Nessa maneira é possível visualizar a seguinte tabela:

Tabela 1: *Payback* Simples

#### ***Payback* Simples**

Ano	Investimento Retorno
0	-R\$ 10.000,00
1	R\$ 3.000,00
2	R\$ 3.000,00
3	R\$ 3.000,00
4	R\$ 3.000,00

Fonte: Aatoria Própria (2023)

Ao realizar o cálculo do *payback* simples do exemplo da tabela 1, se tem o seguinte resultado:

$$\text{Payback simples} = 10.000,00 / ((3.000,00 * 4) / 4)$$

$$\text{Payback simples} = 3,33... \text{ anos ou 3 anos e 4 meses.}$$

Já para o *payback* descontado é necessário que se inclua os valores descontados para o presente por meio de uma taxa de juros.

Com base no que foi descrito por Vieira (2016), o cálculo do descontado possui a necessidade de incluir taxas que fazem a correção dos valores investidos por período, os valores mudam em função do tempo por conta da correção monetária, valorização ou desvalorização de uma determinada moeda.

Com base nisso e conforme descrito por Equipe Conta Azul (2023), é importante acrescentar os seguintes conceitos no cálculo.

#### 2.5.1.1. Taxa Mínima de Atratividade (TMA):

Essa taxa é usada para determinar a rentabilidade mínima esperada do investimento, podendo ser vinculada à taxa básica de juros da economia (Selic) ou a outro *benchmark* desejado.

Para Nogueira (2001, p. 243) a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) “é a taxa de juros utilizada para avaliar a menor taxa a ser considerada nas propostas de investimentos. Ela serve como base para a tomada de decisão, oferecendo pelo menos duas alternativas a serem avaliadas: investir no projeto em estudo ou aplicar em um fundo de investimento como a taxa de juros paga no mercado por grandes bancos ou por títulos governamentais, para o montante de dinheiro envolvido.

#### 2.5.1.2. Valor Presente Líquido (VPL):

O Valor Presente Líquido (VPL) é valor presente dos fluxos de caixa futuros, calculado usando uma taxa de desconto, trazendo os valores investidos para o presente. Ele permite calcular o valor presente dos fluxos de caixa futuros, descontando-os pela Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

Para o Leonardo Pereira do site Dicionário Financeiro (2024), o VPL determina o valor atual de pagamentos futuros, considerando o custo do investimento inicial. Em outras palavras, ele traz em um cálculo todos os fluxos de caixa (positivos e negativos) para a data zero, levando em conta a taxa de desconto.

Ao verificar esse cálculo é possível decidir se o projeto é aceitável ou não, na figura 5 abaixo é possível observar a fórmula para o cálculo do VPL.

Figura 6: fórmula para o cálculo do VPL

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} - \text{Investimento Inicial}$$

- FC = Fluxo de caixa
- TMA = Taxa mínima de atratividade
- j = período de cada fluxo de caixa

**Fonte:** Dicionário Financeiro (2024)

Na fórmula, é realizado um somatório que atualiza cada um dos valores do fluxo de caixa que representam entradas de dinheiro para o investidor, descontando o investimento inicial.

Um exemplo do *payback* descontado que utiliza do VPL em sua confecção conforme contido na tabela 2, servirá para demonstrar as modificações, ao indicar um investimento realizado na mesma indústria anteriormente na qual foi investido R\$ 10.000,00, e abaixo será visualizado os retornos anuais com um fluxo de R\$ 3.000,00 ao ano e terá um TMA 10% a.a.

Tabela 2: *Payback* Descontado

<b><i>Payback</i> Descontado</b>				
<b>Anos</b>	<b>Investimento Retorno</b>	<b>Operação</b>	<b>Valor Presente</b>	<b>Saldo</b>
0	-R\$ 10.000,00	10000/ (1+0,1) ^0	-R\$ 10.000,00	-R\$ 10.000,00
1	R\$ 3.000,00	3000/ (1+0,1) ^1	R\$ 2.727,27	-R\$ 7.272,73
2	R\$ 3.000,00	3000/ (1+0,1) ^2	R\$ 2.479,34	-R\$ 4.793,39
3	R\$ 3.000,00	3000/ (1+0,1) ^3	R\$ 2.253,94	-R\$ 2.539,44
4	R\$ 3.000,00	3000/ (1+0,1) ^4	R\$ 2.049,04	-R\$ 490,40
5	R\$ 3.000,00	3000/ (1+0,1) ^5	R\$ 1.862,76	R\$ 1.372,36
<b>Média dos Valores presentes</b>			R\$ 2.274,47	

Fonte: Autoria Própria (2023)

Ao realizar o cálculo do *payback* descontado do exemplo da tabela 2, é verificado que a média dos valores presentes entre o primeiro e o quinto ano é igual a R\$ 2.274,47 e com isso se tem o seguinte resultado:

$$\text{Payback simples} = 10.000,00 / ((2.274,47 * 5) / 5)$$

*Payback* simples = 4,4 anos ou 4 anos, 4 meses e 24 dias.

Esse indicador não deve ser avaliado isoladamente, mas combinado à outras métricas financeiras importantes em investimentos como ROI (Retorno Sobre o Investimento) e TIR (Taxa Interna de Retorno).

### 2.5.2. (MTBF) Tempo médio entre falhas

Um controle eficaz da manutenção preventiva em indústrias é bastante importante para garantir a produtividade dos equipamentos, maquinários e colaboradores. Existem indicadores de manutenção que desempenham um papel fundamental, com o MTBF (*Mean Time Between Failures*) ou tempo médio entre falhas, possui um destaque como um dos principais indicadores utilizados pelos gestores para tomada de decisões. De acordo com o site da *Upgradeti* (27 de outubro, 2021) o MTBF oferece uma visão clara do tempo médio entre as falhas de um equipamento ou sistema específico, fornecendo dados e informações importantes para otimizar estratégias de manutenção preventiva em uma indústria.

Com base no site *Upgradeti* (27 de outubro, 2021), o MTBF oferece uma visão do tempo médio decorrido entre as falhas de um equipamento ou sistema, sendo extremamente importante para a análise de desempenho. A fórmula de cálculo do MTBF é fundamental para determinar a confiabilidade dos maquinários, sendo aplicada individualmente em cada um deles:

Fórmula de cálculo do MTBF:

Figura 7: Fórmula do cálculo de MTBF

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Soma de horas do equipamento em bom funcionamento}}{\text{Número de paradas para manutenção corretiva}}$$

**Fonte:** Autoria Própria (2023)

Com a informação do tempo médio entre as falhas de cada equipamento em um parque fabril, os gestores responsáveis poderão identificar os maquinários mais propensos a eventuais falhas, além de determinar os períodos para poder realizar as manutenções preventivas para cada setor da produção.

O artigo do site Veja como é feito o cálculo do MTBF (com fórmula e exemplos) (2023) mostra que o MTBF não verifica apenas a confiabilidade dos equipamentos, mas também serve como base de estratégias que visam aumentar o tempo de desempenho dos equipamentos, reduzir custos e otimizar o tempo. Além disso, com o indicador MTBF, é possível implementar ações preventivas para reduzindo a necessidade de manutenções corretivas dos equipamentos.

Como exemplo: Durante um ano, um determinado equipamento operou 300 horas, teve uma parada, depois 300 horas, teve outra parada, depois 2400 horas, mais uma parada e finalmente 3000 horas e outra parada, o MTBF será de:

$$\text{MTBF} = (300 + 300 + 2400 + 3000) / 4$$

$$\text{MTBF} = 1500 \text{ horas}$$

O resultado mostra que o tempo médio entre as falhas desse equipamento é de 1500 horas. Com isso o equipamento possui alta produtividade e com essa informação, será possível se programar e verificar a eficiência do maquinário.

O MTBF é um indicador que acompanha as atividades de manutenção dos equipamentos e maquinários industriais de forma eficaz.

Calcular o MTBF permite que se tenha um conhecimento profundo sobre os equipamentos de uma indústria. Com isso, conforme escrito pelo site Veja como é feito o cálculo do MTBF (com fórmula e exemplos), (2023), é possível controlar dados, tais como:

- Tempo médio entre falhas de cada equipamento;
- Maquinários que mais apresentam falhas;
- Período mais indicado para realizar manutenções preventivas.

Tendo a possibilidade de criar processos para a empresa, tomando decisões mais assertivas.

### 2.5.3. (MTTR) Falhas tempo médio de reparo

MTTR significa *Mean Time to Repair* ou, em português, Tempo Médio de Reparação. É também conhecido como Tempo Médio de Manutenção Corretiva, e representa o tempo médio necessário para reparar um dano, repondo o equipamento em um estado totalmente funcional.

O tempo médio de reparo, também conhecido como MTTR (*mean time to repair*), é um dos indicadores utilizados na manutenção. Como o nome sugere, ele é utilizado para referir-se ao período em que o equipamento ficará indisponível para conserto. Dessa forma, abrange todo o tempo entre o início da falha e o momento em que o dispositivo retorna à produção. Isso inclui: período de notificação, diagnóstico, correção, espera, remontagem, alinhamento, calibração, teste e, então, volta à ativa.

Quanto menor esse indicador, melhor ele é. Por isso, trabalha-se para mantê-lo baixo. Entretanto, há algumas exceções. A primeira delas é que não há um valor ideal para o tempo médio de reparo. Afinal, cada indústria tem suas próprias máquinas, equipes, situações e realidades distintas. Dessa forma, existe um MTTR diferente para cada um.

Ainda, o MTTR é uma métrica usada somente em máquinas e equipamentos que podem ser consertados. Ele simboliza o período médio indispensável para reparar um dispositivo ou componente com falha.

O índice de tempo médio de reparo é calculado utilizando uma fórmula matemática. Para isso, basta utilizar a média de tempo que é levado para fazer o reparo, por meio do somatório de tempos, dividido pelo número total de ações de manutenção corretiva durante determinado período.

Figura 8: Fórmula do cálculo de MTTR

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tempo de parada para reparos}}{\text{Número de reparos}}$$

Fonte: Autoria Própria (2024)

Dessa forma, quanto menor o tempo médio de reparo, mais eficiente é à equipe de manutenção.

O tempo médio de reparo, se aplicado de forma correta, traz grandes benefícios para o agronegócio, por isso, ele é tão importante. Primeiramente, esse indicador serve para que seja possível encontrar outras métricas. Assim, torna-se uma base de dados para que seja possível tomar decisões melhores e mais assertivas.

Outro benefício desse indicador é que ele ajuda a direcionar recursos. Isso ocorre porque os pontos de manutenção precisam ser otimizados. Se a métrica não apresentar um bom resultado, será possível saber o que precisa ser feito.

O MTTR também auxilia a identificar falhas. Com seu cálculo, pode-se saber qual a necessidade de reparo. Então, será possível agir para reduzir o tempo médio de reparo e eliminar os defeitos.

Também, por meio dessa métrica, pode-se elaborar soluções para o conserto da falha. Assim, sabendo a causa da interrupção do equipamento e o tempo que demorará para arrumá-lo, pode-se obter saídas definitivas e não apenas corretivas para os problemas. Desse modo, à equipe conseguirá construir qualquer modificação sem afetar a produtividade.

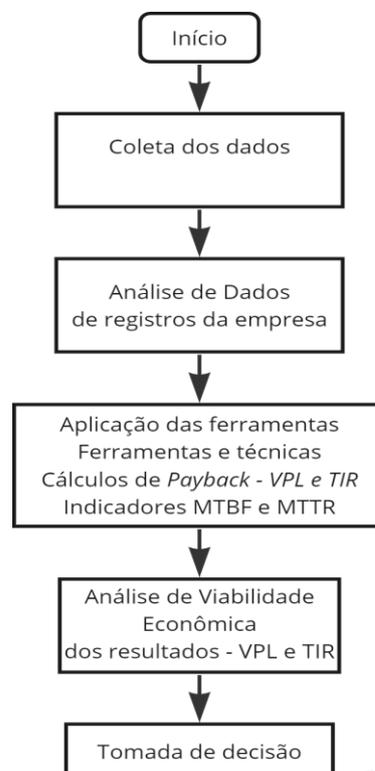
### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Desenho da pesquisa

A metodologia utilizada neste estudo é composta por abordagens quantitativas e qualitativas para analisar um projeto específico implementado por uma empresa. A pesquisa exploratória-descritiva visa confirmar a relevância do problema, coletando informações preliminares e observações que conduzirão à análise e conclusão do processo. Observa-se a viabilidade do projeto por meio de pesquisa bibliográfica e observações diretas dos dados coletados na empresa, com foco na análise dos custos envolvidos.

A pesquisa teve como base a consulta a livros, artigos, teses e dissertações sobre o tema. Além disso, foi realizado um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo que implementou algumas ferramentas para ajudar na tomada de decisão de investimento em maquinário, visando à redução de custos, com o intuito de ilustrar e validar os conceitos e as propostas apresentados no trabalho. Na figura 8 é possível verificar o fluxo utilizado no estudo.

Figura 9: Fluxograma resumo com as etapas do método aplicado



Fonte: Autoria Própria (2024)

É importante ter um fluxo definido para que os investimentos em equipamentos possam melhorar as condições de trabalho, saúde e segurança dos colaboradores, prevenindo acidentes, doenças ocupacionais e absenteísmo.

### **3.2. Coleta de dados**

Os dados necessários do procedimento detalhado foram coletados para facilitar o estudo e a organização dos mesmos, sendo essencial para calcular o retorno financeiro, também conhecido como Payback.

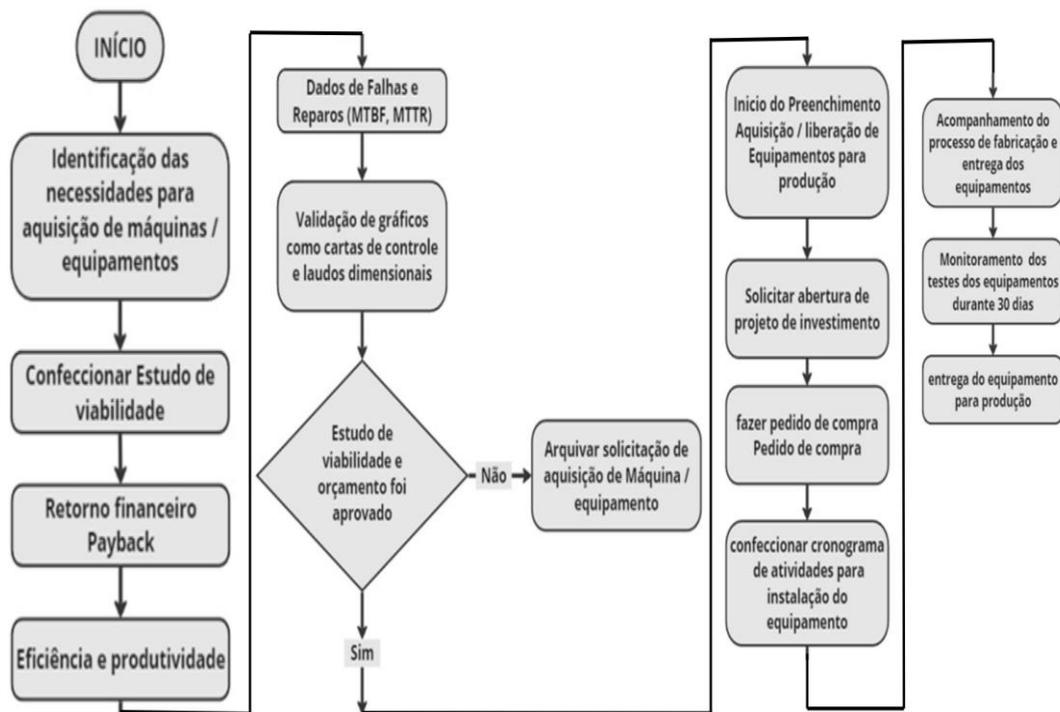
Se obteve a análise dos registros de orçamentos e cotações da empresa. Essa análise foi realizada em colaboração com o setor responsável denominado “Engenharia Industrial”. Onde foi garantido o acesso aos dados relevantes.

Para obter os dados necessários, foram utilizados aproximadamente 4 meses à coleta de informações da empresa. Durante esse período, foi realizado um estudo detalhado dentro de um mês, durante o qual foi coletado dados de registros abrangendo um ano inteiro. Essas informações foram extraídas do sistema ERP DATASUL da empresa, que armazena todos os dados relevantes para a condução do estudo, incluindo os tempos de preenchimento dos indicadores de manutenção, além dos dados financeiros onde permitirá obter insights valiosos para a análise do projeto.

#### **3.2.1. Procedimentos para coleta de dados**

Para coletar os dados, é necessário seguir um procedimento conforme ilustrado na Figura 9 abaixo. Esse procedimento tem o objetivo de facilitar o estudo e a organização dos dados, sendo fundamental para a coleta dos valores essenciais nos cálculos de retorno financeiro, também conhecido como *Payback*.

Figura 10: Fluxograma do procedimento de aquisição de equipamentos



Fonte: Autoria Própria (2024)

É de extrema necessidade uma análise dos registros de orçamentos e cotações da empresa onde será realizada em colaboração com o setor responsável denominado “Engenharia Industrial”, garantindo acesso aos dados importantes na qual obterá confiança e eficácia, de maneira organizada e segura.

### 3.2.2. Variáveis a serem estudadas

As variáveis incluirão dados financeiros (custos de investimento, retorno financeiro *Payback*), dados de falhas e reparos (MTBF, MTTR) e dados qualitativos.

## 3.3. Análise de dados

### 3.3.1. Métodos estatísticos

Para analisar os dados quantitativos, serão utilizadas técnicas estatísticas, incluindo análise de regressão para identificar correlações entre os investimentos realizados e a redução de custos. Além disso, será realizado o cálculo do *payback* para avaliar o tempo necessário para recuperar o investimento e verificar a eficácia

na redução de custos. Também serão aplicados testes para garantir a qualidade dos produtos produzidos.

### 3.3.2. Ferramentas estatísticas específicas

As ferramentas específicas incluirão análises de *Payback*, MTBF, MTTR, análise de viabilidade econômica, Diagrama de Pareto. Cada uma dessas ferramentas será aplicada garantindo a conformidade dos dados coletados para avaliar a eficácia da estratégia de investimento.

## 3.4. Ferramentas e técnicas

### 3.4.1. Aplicação das ferramentas.

Cada uma das ferramentas citadas acima, no item 3.3.2. (Ferramentas Estatísticas Específicas) serão aplicadas de acordo com a fase da elaboração do estudo de caso. O *Payback* será utilizado para avaliar o retorno financeiro dos investimentos, enquanto o MTBF e MTTR serão aplicados para analisar a confiabilidade dos equipamentos. A análise de viabilidade econômica será realizada para comparar os custos e benefícios da estratégia implementada.

O gráfico de Pareto será utilizado para identificar as principais causas de falhas e os problemas mais frequentes do equipamento antigo para o maquinário que será adquirido.

Com a metodologia aplicada, será possível investigar de maneira abrangente uma estratégia de investimento para equipamentos e sua relação direta com a redução de custos na empresa de autopeças situada na região metropolitana de Fortaleza - CE.

A combinação do estudo de caso juntamente com a aplicação de diversas ferramentas de análise, permitirá uma análise aprofundada e fundamentada das práticas adotadas e sua eficácia no contexto empresarial.

### **3.5. Análise dos dados para tomada de decisão**

Nesta parte do estudo, será abordada a análise dos dados obtidos por meio de cálculos e indicadores de manutenção. Essa análise visa garantir a precisão das informações utilizadas na tomada de decisão, assegurando que os investimentos realizados se baseiem em dados confiáveis. Durante a fase de análise dos dados de investimento, os cálculos desempenham um papel crucial, fornecendo uma base quantitativa para a tomada de decisão. Esses cálculos incluem a análise de custos, o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o período de retorno (payback).

Além disso, é fundamental avaliar os indicadores de manutenção, como o tempo médio entre falhas (MTBF), o tempo médio para reparo (MTTR) e a taxa de disponibilidade dos equipamentos. Esses indicadores fornecem informações importantes sobre a eficiência operacional e a necessidade de investimentos de novos equipamentos.

Após a verificação dos cálculos e dos indicadores de manutenção, é necessário validar os dados para confirmar a viabilidade do investimento. Essa etapa inclui revisões dos resultados pela diretoria, garantindo que as decisões sejam embasadas em informações precisas e confiáveis. Esse processo não apenas fortalece a fundamentação dos investimentos, mas também contribui para a eficiência operacional, confirmando a real necessidade do investimento.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Detalhamento da indústria escolhida**

A indústria do ramo automotivo localizada na região metropolitana de Fortaleza – CE, foi escolhida para aplicar o estudo de caso. A empresa é especializada na fabricação de produtos metálicos, incluindo peças automotivas como tambores de freio, utilizados em veículos pesados rodoviários. Com um forte foco em tecnologia e inovação, a empresa investe em materiais avançados e processos automatizados para garantir alta qualidade e eficiência na produção dos seus produtos.

A fabricação de peças do sistema de freio envolve um processo complexo e altamente especializado. Uma etapa fundamental é a fundição, na qual os componentes são moldados a partir de ligas metálicas, após esse processo as peças passam por usinagem para atingir as dimensões exatas e garantir a precisão das medidas do projeto. Isso envolve o uso de máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) para cortar, perfurar e esculpir os detalhes necessários.

Esses processos garantem que as peças fabricadas na empresa em estudo atendam aos padrões exigidos pela indústria automotiva.

Neste projeto será apresentada uma análise econômica através da apresentação das oportunidades de negócio e melhoria da sua produção. As ferramentas utilizadas serão o de valor presente líquido (VPL), prazo médio de retorno (*Payback*) e taxa interna de retorno (TIR).

### **4.2. Sistemática e padrão de processo de aquisição na empresa em estudo**

O processo de compra de novos equipamentos é iniciado pela diretoria ou gerência de uma indústria de autopeças no setor de usinagem, tendo como base a capacidade instalada, disponibilidade dos equipamentos em uso e metas estabelecidas.

O plano de investimento anual documenta a necessidade de compra de novos equipamentos. A diretoria aprovou o início do estudo de viabilidade para a aquisição de um centro de usinagem.

Verificando o plano de investimento anual de 2023 foi observado a necessidade de realização de um estudo para a aquisição de um centro de usinagem ROMI – D600 que poderá substituir o centro de usinagem alugado ROMI D-800, conforme a tabela 3 (2023).

Tabela 3: *Plano de Ação - PE 2023*

PLANO DE AÇÃO - PE 2023											
<b>OBJETIVO</b>	VENDER, NO MÍNIMO, 1.061.000 PEÇAS EM 2023, GERANDO UM EBITDA MÍNIMO DE +16,9%.						<b>RESPONSÁVEIS</b>	--			
<b>META</b>	ALCANÇAR UM CUSTO MÉDIO DE R\$ 37,52 POR PEÇA PRODUZIDA NA USINAGEM ATÉ DEZEMBRO DE 2023.						<b>APROVADORES</b>	--			
<b>MÉTODO</b>	<b>Ações</b>	<b>Fatos e Dados</b>	<b>Responsável</b>	<b>Quanto Previsto</b>	<b>Quanto Realizado</b>	<b>Data Fatal</b>	<b>1º WKS</b>	<b>2º WKS</b>	<b>3º WKS</b>	<b>4º WKS</b>	
	Realizar estudo para substituição e aquisição de centro de usinagem Romi D600	<a href="#">Estudo aprovado pela diretoria</a>	Eng. ind.	-		31/03/2023	Realizada no prazo				

Fonte: Autoria Própria (2024)

Após a inclusão do estudo para aquisição do maquinário no plano de investimento anual o setor de Engenharia Industrial iniciou o preenchimento de um documento Aquisição/ Liberação de Equipamento conforme documento contido nos anexos, o anexo irá garantir que o novo equipamento esteja em conformidade com as normas de segurança, meio ambiente e saúde, além de verificar a viabilidade econômica do equipamento.

Esse documento é preenchido durante toda fase de aquisição e só é finalizado após sua instalação.

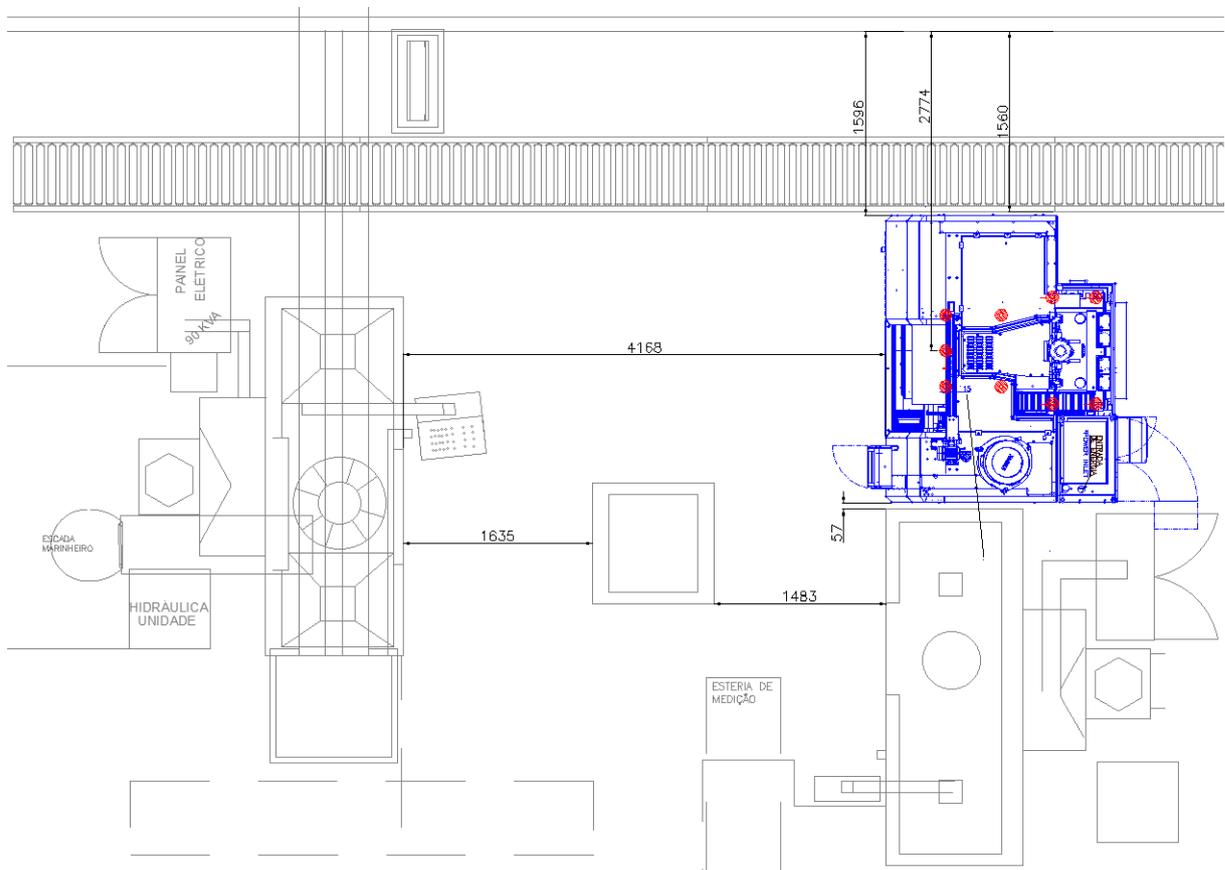
O segundo passo do estudo consiste na verificação da necessidade de alteração do layout da área fabril. A construção do layout é um aspecto fundamental em qualquer projeto de engenharia, especialmente na indústria automotiva.

Com ele é possível analisar os posicionamentos dos equipamentos, máquinas, as disponibilidades das áreas de trabalho e fluxos de materiais dentro da produção. O layout facilita o fluxo de trabalho, otimiza o uso do espaço, reduz custos operacionais e melhora a eficiência e produtividade.

Para implementar um layout eficaz é importante analisar as necessidades de produção, planejar diferentes opções, utilizar simulações para prever desempenho, e escolher a melhor disposição para maximizar eficiência.

Com base na importância se fez necessário o estudo de adequação do layout, que apresentou a melhor proposta para o posicionamento do novo maquinário conforme Figura 9: Lay Out – ROMI D600.

Figura 11: Lay Out – ROMI D600



Fonte: Autoria Própria (2024)

A proposta foi documentada, abordando o melhor posicionamento do equipamento conforme layout mostrado figura

### **4.3. Análise dos indicadores de gestão do processo**

4.3.1. Levantamento de dados para cálculo de MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e MTTR (Tempo Médio para Reparo) referente aos centros de usinagem D600 e D800.

Essa parte do estudo envolveu a busca por informações nas ordens de serviço (O.S's) em um período específico de um ano. A partir da coleta desses dados, foi possível analisar a frequência de falhas e o tempo necessário para reparos, contribuindo para uma avaliação detalhada do desempenho dos equipamentos e a implementação de possíveis aquisições de maquinários que sejam mais eficientes e que apresentem uma melhoria nos indicadores.

Os indicadores de confiabilidade dos equipamentos são representados pelo MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) e pelo MTTR (Tempo Médio para Reparo). Durante o estudo de aquisição do centro de usinagem ROMI – D600, foram realizados cálculos para comparar o maquinário antigo D800 com outro que possui as mesmas especificações do proposto ROMI – D600, a fim de verificar os tempos de parada e o intervalo entre as manutenções. Os dados foram coletados no ERP DATASUL da empresa estudada e estão apresentados no apêndice e na Tabela 7.

Para obter o tempo total de horas em funcionamento de um maquinário, calcula-se multiplicando o número de dias de trabalho pelo número de turnos por dia e pela duração de cada turno. No caso da empresa de autopeças localizada na região de Maracanaú, a qual possui 252 dias de trabalho por ano e dois turnos de 8,75 horas dando um resultado de 4410 horas.

Já para a disponibilidade de horas da máquina ROMI – D600, foi realizado um estudo durante um período de nove meses, equivalente a 189 dias úteis trabalhados, com dois turnos de 8,75 horas cada. Conforme a Tabela 8, isso resultou em 3308 horas de disponibilidade.

Tabela 7 : Dados das paradas manutenção ROMI – D600

<b>MANUTENÇÃO ROMI - D600</b>							
<b>PERÍODO AGOSTO / 2023 a ABRIL / 2024</b>							
n°	Ordem	Descrição da Ordem	Equipamento	Data		Numero de Horas	
				Manutenção	Nome Equipamento	Paradas Arredondadas	Estado
1	6008675	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	28/08/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
2	6008676	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	28/09/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
3	10010445	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	19/10/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	1,0	Finalizada
4	6008677	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	26/10/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
5	6008687	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	23/11/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
6	10011167	PROTEÇÃO NR12 COM FALHA	03CFU007	06/12/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,2	Finalizada
7	6008688	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	15/12/23	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
8	6008689	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	12/01/24	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,1	Finalizada
9	6008690	LUBRIFICACAO CENTRO DE FURACAO - 1 MÊS	03CFU007	14/02/24	CENTRO DE FURACAO ROMI D600 CELULA 01	0,6	Finalizada
<b>Total</b>						<b>2,3</b>	
Quant. de dias trabalhados em 9 meses						<b>189 Dias</b>	
Quant. de horas disponíveis em 9 meses						<b>3308 Horas</b>	

Fonte: Autoria Própria (2024)

Os dados foram coletados para serem utilizados nos cálculos de tempo total de horas em funcionamento e o tempo entre as falhas conforme indicado nos tópicos abaixo.

#### 4.3.2. MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) Máquina ROMI - D800

Para a construção do cálculo de MTBF da máquina ROMI - D800 foi necessário obter o tempo total de horas em funcionamento, que é calculado multiplicando o número de dias de trabalho pelo número de turnos por dia e pela duração de cada turno. No caso a empresa de autopeças na região localizada em Maracanaú que possui uma quantidade de 252 dias de trabalho por ano e dois turnos de 8,75 horas cada.

O tempo total de operação obtido com o cálculo de  $252 \times (2 \times 8,75 \text{ horas})$  dando um resultado de 4410 horas. No entanto, é necessário subtrair as horas paradas da máquina, que somaram 104 horas, para obter o tempo líquido de operação. Portanto, se obteve um resultado total de 4306 horas de funcionamento, conforme demonstrado na Tabela 9: Cálculo MTBF máquina ROMI - D800 e coerente com as informações apresentadas na Tabela 7: Dados das paradas de manutenção da ROMI - D800.

Tabela 8: Cálculo MTBF máquina ROMI – D800

$\text{MTBF} = \frac{\text{Total de Quant. de Horas em Funcionamento}}{\text{Quantidade de paradas}}$
$\text{MTBF} = \frac{4306}{76}$
$\text{MTBF} = 56,7 \text{ Horas}$
$\text{MTBF} = 3,2 \text{ Dias}$

Fonte: Autoria Própria (2024)

O valor de 3,2 dias do cálculo de MTBF da máquina ROMI – D600, informa a necessidade de paradas para manutenções em períodos curtos, e uma disponibilidade reduzida.

#### 4.3.3. MTBF (Tempo Médio Entre Falhas) - Máquina ROMI – D600

Para calcular o MTBF da máquina ROMI – D600, foram coletadas as horas totais de funcionamento conforme apresentado na Tabela 8: Dados das Paradas para Manutenção ROMI – D600, resultando em um total de 3308 horas. Esse valor foi calculado utilizando 189 dias úteis de operação ao longo de nove meses, multiplicados pelo número de turnos diários e pela duração de cada turno. Na empresa de autopeças estudada na região de Maracanaú, a máquina opera por 189 dias em um período de nove meses, com dois turnos de 8,75 horas cada. Também foi necessário subtrair as horas de parada da máquina, que somaram:

Cálculo:

- 189 dias x 2 turnos/dia x 8,75 horas/turno = 3.308 horas.
- 3.308 horas – 2,3 horas paradas = 3.305,7 horas de funcionamento.

Após a realização da coleta dos dados é possível calcular o MTBF da máquina conforme Tabela 10: Cálculo MTBF máquina ROMI – D600 abaixo.

**Tabela 9: Cálculo MTBF máquina ROMI – D600**

$\text{MTBF} = \frac{\text{Total de Quant. de Horas em Funcionamento}}{\text{Quantidade de paradas}}$ $\text{MTBF} = \frac{3305,2}{9}$ $\text{MTBF} = 367,2 \text{ Horas}$ $\text{MTBF} = 15,3 \text{ Dias}$
--

Fonte: Autoria Própria (2024)

O cálculo destinado ao MTBF da máquina ROMI – D600 mostra o crescimento da disponibilidade do equipamento, aumentando aproximadamente 12 dias de forma positiva o período entre as paradas de manutenção.

#### 4.3.4. Cálculo MTTR (Tempo Médio para Reparo) - Máquina ROMI – D800

Com a realização do cálculo de MTBF do centro de usinagem ROMI-D800 se obteve um valor de 56,7 horas ou 3,2 dias de Tempo Médio Entre Falhas.

A construção do cálculo de MTTR da máquina ROMI - D800 que será substituída é realizado após registrar o tempo total dos reparos durante o período de um ano especificado na Tabela 7, onde foi fornecido o valor de 104,5 horas.

Em seguida, divide-se esse tempo pelo número total de falhas ocorridas, que com base na Tabela 7: Dados das paradas manutenção ROMI - D800 foi de 76 horas. A aplicação dessa fórmula nos fornece um MTTR aproximado de 1,4 horas por falha conforme cálculo disponível na Tabela 11 abaixo.

**Tabela 10: Cálculo MTTR máquina ROMI - D800**

$\text{MTTR} = \frac{\text{Total de Horas Paradas}}{\text{Quantidade de paradas}}$ $\text{MTTR} = 1,4 \text{ Horas}$
--

Fonte: Autoria Própria (2024)

Esse valor representa que o tempo médio necessário para reparar o equipamento após uma falha e apresenta um tempo alto e significativo durante uma parada de manutenção, além de ser uma medida crucial reduzir o tempo de inatividade do equipamento.

#### 4.3.5. Cálculo MTTR (Tempo Médio para Reparo) - Máquina ROMI – D600

A construção do cálculo de MTTR da máquina ROMI – D600 é realizado após registrar o tempo total dos reparos durante o período de nove meses conforme especificado na Tabela 8: Dados das paradas manutenção ROMI – D600, onde foi fornecido o valor de 2,3 horas.

Em seguida, divide-se esse tempo pelo número total de falhas ocorridas, que com base na Tabela 8: Dados das paradas manutenção ROMI – D600 foi de 9 falhas. A aplicação dessa fórmula nos fornece um MTTR aproximado de 0,25 horas ou 15 minutos por falha conforme cálculo disponível na Tabela 12 abaixo.

Tabela 11: Cálculo MTTR máquina ROMI – 600

$\text{MTTR} = \frac{\text{Total de Horas Paradas}}{\text{Quantidade de paradas}}$
<p>MTTR= 0,25 Horas</p> <p>MTTR= 15 Minutos</p>

Fonte: Autoria Própria (2024)

Esse valor representa um tempo médio satisfatório para reparar um equipamento, o tempo de 15 minutos é aceitável para uma parada de manutenção.

houve um aumento no MTBF e uma diminuição significativa no MTTR em relação ao equipamento anterior. Indicando uma melhoria na confiabilidade dos processos e uma diminuição do tempo de paradas por conta dos erros.

#### 4.3.6. Resumo comparativo entre os indicadores Com base nos dados

apresentados, podemos realizar uma análise comparativa dos indicadores de confiabilidade dos equipamentos ROMI - D800 e ROMI - D600, utilizando os parâmetros de MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*).

Para a máquina ROMI - D800, o MTBF foi calculado em 3,2 dias, indicando a necessidade de paradas frequentes para manutenção e uma disponibilidade reduzida.

O MTTR, por sua vez, foi de 1,4 horas por falha, representando um tempo significativo para reparos durante uma parada de manutenção.

Por outro lado, a máquina ROMI - D600 mostrou um MTBF de 18,9 dias, indicando a necessidade de paradas para manutenções em um período de duas semanas mais longos, um período bem maior em comparação com a D800. Já o MTTR para a ROMI - D600 foi de apenas 0,25 horas por falha, ou seja, um tempo médio de 15 minutos para reparos, o que é consideravelmente menor do que o tempo necessário para a ROMI - D800 que foi de 1,4 horas.

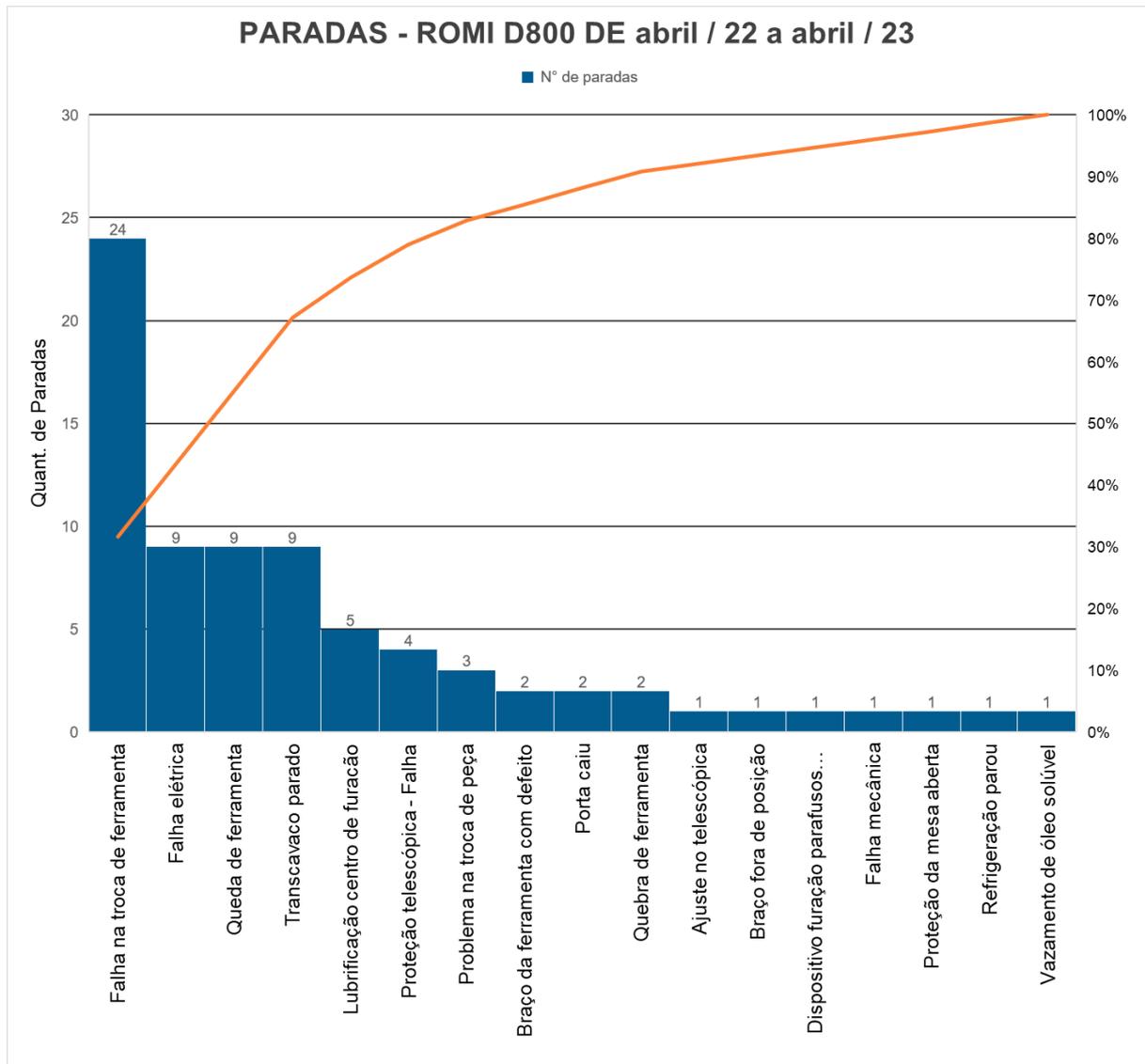
Esses dados indicam uma melhoria na confiabilidade dos processos com a ROMI - D600 em relação à ROMI - D800. A ROMI - D600, que está instalada e é semelhante ao equipamento proposto para aquisição, demonstra uma significativa redução no tempo médio necessário para reparos e um aumento do período entre falhas, o que contribui para o aumento da eficiência operacional.

#### 4.3.7. O diagrama de Pareto:

O Diagrama de Pareto foi empregado para identificar os principais motivos dos defeitos durante um período no equipamento antigo ROMI-D800 em relação ao novo centro de usinagem ROMI-D600.

Nos diagramas abaixo é possível identificar os gráficos para comparação entre os principais motivos de perdas dos equipamentos.

## Diagrama de Pareto – Paradas – ROMI D800

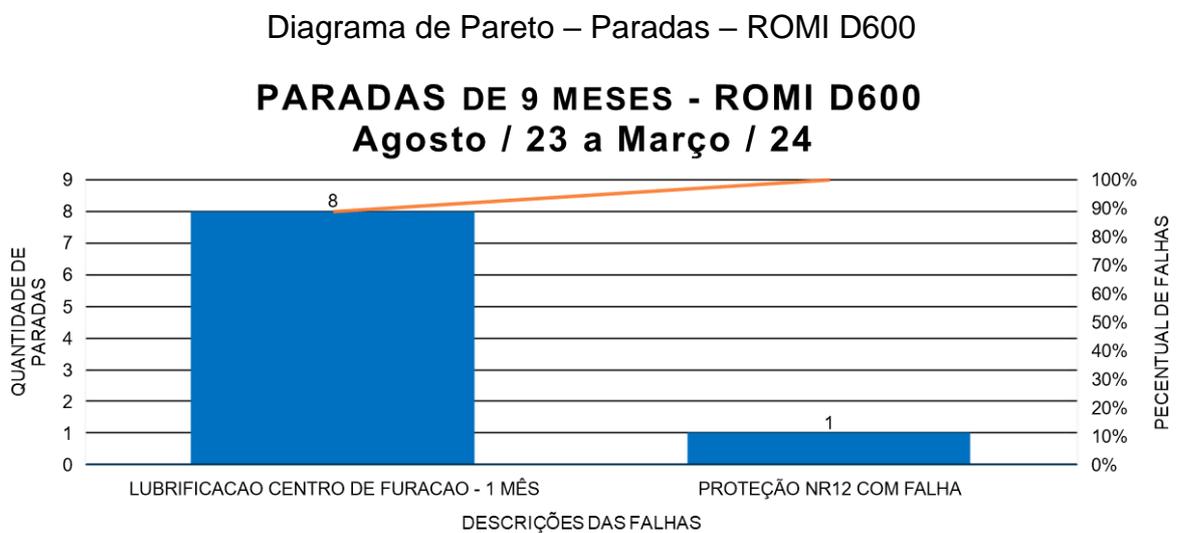


Fonte: Autoria Própria (2024)

Ao analisar a figura 9: Diagrama de Pareto – Paradas – ROMI D800, observa-se que durante o período de um ano houve 76 paradas para manutenção do equipamento ROMI-D800. Dentre essas 76 paradas, 24 paradas, ou 31,6%, foram ocasionadas por falhas durante o processo de trocas de ferramentas. Esse elevado número de paradas relacionadas a falhas nas trocas de ferramentas destaca um ponto crítico que necessita de atenção especial para a melhoria do desempenho operacional.

Esta análise indica a necessidade de atuação sobre a falha destacada, visando reduzir o número de paradas e melhorar o tempo entre as falhas. Implementar medidas corretivas e preventivas específicas para essa falha pode resultar em uma significativa melhoria na confiabilidade do equipamento.

Para o equipamento ROMI - D600 se observa que as paradas foram de 90% para manutenções preventiva, indicando um funcionamento adequada e possuindo uma redução satisfatória entre as falhas conforme Diagrama de Pareto – Paradas – ROMI D600.



Fonte: Autoria Própria (2024) cuidado com esse gráfico, ajustar

Os gráficos de Pareto permitiram uma abordagem para solucionar os problemas, dando prioridade às áreas que têm um impacto significativo nas paradas dos equipamentos, além de ser possível verificar a necessidade de investimento de um novo maquinário.

#### 4.4. Análise econômica.

A análise econômica do investimento do centro de usinagem ROMI – D600 foi analisada através de uma variedade de indicadores financeiros, incluindo *Payback*, MTBF, MTTR e o gráfico de Pareto. Os resultados da análise incluem:

#### 4.4.1. Payback:

O retorno é um indicador fundamental no fundamento financeiro de investimento em um equipamento. A indústria automotiva estudada disponibilizou os dados para que sejam calculado o *Payback* Descontado para avaliar o retorno do investimento na máquina D600 de forma correta, foi considerando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) baseada no histórico de 18 conferências realizadas pelo banco central, conforme mostrado na tabela abaixo.

Tabela 5: Taxas de juros básicas – Histórico - Banco Central

Reunião		Período de vigência	Meta SELIC - % a.a. (1)(6)	Taxa SELIC	
nº	data			viés	% (3)
261	20/03/2024	21/03/2024 - 08/05/2024	10,75	1,33	10,7
260	31/01/2024	01/02/2024 - 20/03/2024	11,25	1,39	11,2
259	13/12/2023	14/12/2023 - 31/01/2024	11,75	1,45	11,7
258	01/11/2023	03/11/2023 - 13/12/2023	12,25	1,28	12,2
257	20/09/2023	21/09/2023 - 02/11/2023	12,75	1,38	12,7
256	02/08/2023	03/08/2023 - 20/09/2023	13,25	1,68	13,2
255	21/06/2023	22/06/2023 - 02/08/2023	13,75	1,53	13,7
254	03/05/2023	04/05/2023 - 21/06/2023	13,75	1,74	13,7
253	22/03/2023	23/03/2023 - 03/05/2023	13,75	1,38	13,7
252	01/02/2023	02/02/2023 - 22/03/2023	13,75	1,69	13,7
251	07/12/2022	08/12/2022 - 01/02/2023	13,75	2,05	13,7
250	26/10/2022	27/10/2022 - 07/12/2022	13,75	1,43	13,7
249	21/09/2022	22/09/2022 - 26/10/2022	13,75	1,23	13,7
248	03/08/2022	04/08/2022 - 21/09/2022	13,75	1,74	13,7
247	15/06/2022	17/06/2022 - 03/08/2022	13,25	1,68	13,2
246	04/05/2022	05/05/2022 - 16/06/2022	12,75	1,43	12,7
245	16/03/2022	17/03/2022 - 04/05/2022	11,75	1,45	11,7
244	02/02/2022	03/02/2022 - 16/03/2022	10,75	1,13	10,7

**Média 12,806**

Fonte: Banco Central (2024)

O investimento inicial da máquina ROMI - D600 totalizou R\$ 660.000,00. Contudo, foi observado uma economia mensal significativa em comparação com o

processo anterior, totalizando R\$ 17.714,52 mensalmente e anual de R\$ 212.574,24, a economia mensal é composta por:

- Eliminação do custo com o aluguel da máquina D800 em R\$ 13.622,08 por mês;
- Redução de custos oriundos de manutenções na máquina D800, resultando em *saving* R\$ 2.343,75 por mês;
- Redução de custos com mão de obra, totalizando R\$ 1.748,69 por mês que se refere ao salário do operador do centro de usinagem D800.

Para determinar o período necessário para recuperar o investimento, foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) dos fluxos de caixa futuros descontados à TMA.

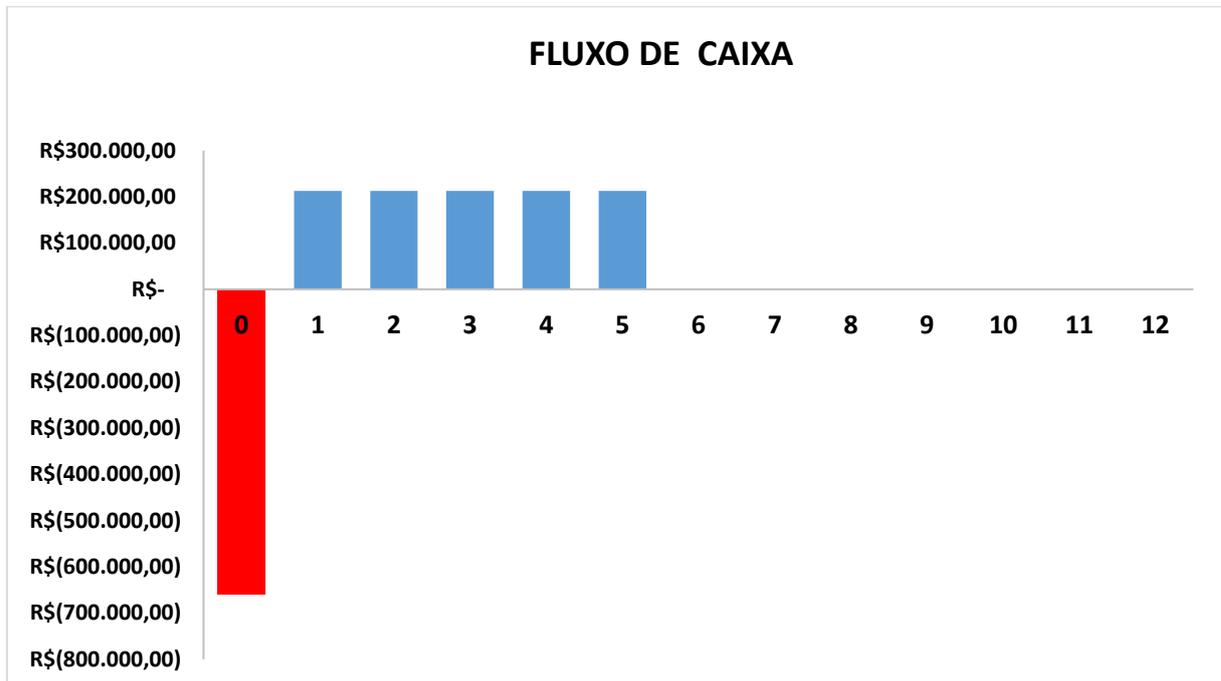
Considerando a TMA calculada com base na Selic de 12,8% a.a, e mensal de (1,0316% ao mês) é possível iniciar o cálculo do VPL para cada período até o momento em que o investimento é recuperado, abaixo segue tabela 6, contendo cálculo do *payback* descontado.

Tabela 6: Cálculo para VPL - TIR - *Payback*

PLANILHA DE CÁLCULO PARA VPL - TIR - PAYBACK							
PERÍODO (EM ANOS)	FLUXO DE CAIXA	OPERAÇÃO	VALOR PRESENTE	VALOR PRESENTE ACUMULADO	ANÁLISE DE INVESTIMENTO		
0	-R\$ 660.000,00	$660.000,00 / (1+0,1)^0$	-R\$ 660.000,00	-R\$ 660.000,00	INVESTIMENTO INICIAL	R\$ 660.000,00	
1	R\$ 212.574,24	$212.574,24 / (1+0,1)^1$	R\$ 188.452,34	-R\$ 471.547,66	TAXA MÍNIMA ATRATIVIDADE (TMA)	12,80%	
2	R\$ 212.574,24	$212.574,24 / (1+0,1)^2$	R\$ 167.067,68	-R\$ 304.479,98	TEMPO EM ANOS - (PAY BACK)	4,22	
3	R\$ 212.574,24	$212.574,24 / (1+0,1)^3$	R\$ 148.109,64	-R\$ 156.370,34	TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	18,32%	
4	R\$ 212.574,24	$212.574,24 / (1+0,1)^4$	R\$ 131.302,88	-R\$ 25.067,46	VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	R\$ 91.335,79	
5	R\$ 212.574,24	$212.574,24 / (1+0,1)^5$	R\$ 116.403,26	R\$ 91.335,79	TIR >= TMA → ACEITÁVEL TIR < TMA → REJEITÁVEL VPL >= (0) → ACEITÁVEL VPL < (0) → REJEITÁVEL		
6			R\$ -	R\$ 91.335,79			
7			R\$ -	R\$ 91.335,79			
8			R\$ -	R\$ 91.335,79			
9			R\$ -	R\$ 91.335,79			
10			R\$ -	R\$ 91.335,79			
11			R\$ -	R\$ 91.335,79			
12			R\$ -	R\$ 91.335,79			

Fonte: Autoria Própria (2024)

O período de *Payback* do centro de usinagem ROMI – D600 é indicativo para recuperar o investimento inicial através do fluxo de caixa conforme figura 12, gerado pela operação da máquina.

Figura 12: Fluxo de caixa do *Payback* aplicado

Fonte: Autoria Própria (2024)

Através dos dados das projeções financeiras apresentados, é visto que o valor presente líquido (VPL) possui um retorno positivo de R\$ 91.335,79 a partir do segundo mês do 4º ano, além de resultar uma taxa interna de retorno (TIR) de 18,32%. Apresentando um valor 5,52% superior a taxa mínima de atratividade (TMA) definida pela empresa.

#### 4.4.2. Analisando a viabilidade econômica:

Após o levantamento dos dados, realização de cálculos e comparativo entre os custos e retornos associados ao investimento em um novo maquinário D600, os resultados foram apresentados a direção. Foi evidenciado um retorno financeiro claro ao adquirir o centro de produção ROMI-D600.

Nas informações fornecidas durante a confecção do estudo, a tabela 13 abaixo resume os ganhos com a aplicação das ferramentas de análise econômica e de confiabilidade para a aquisição do equipamento centro de usinagem ROMI – D600 em comparação com o equipamento alugado anteriormente, ROMI – D800.

Tabela 12: Comparação dos Indicadores Econômicos e de Confiabilidade entre os Centros de Usinagem ROMI – D800 e ROMI – D600

Payback				
Indicador	ROMI - D800	ROMI - D600	Ganhos/Avaliação	Ganhos Percentuais (%)
Investimento Inicial	-	R\$ 660.000,00	-	-
Economia Mensal Total	-	R\$ 17.714,52	-	-
Economia Anual Total	-	R\$ 212.574,24	-	-
VPL	-	R\$ 91.335,79 (a partir do 2º mês do 4º ano)	Indicativo de retorno positivo	-
TIR	-	18,32%	5,52% maior que a TMA (12,8% a.a.)	43,13% maior que a TMA
Confiabilidade (MTBF e MTTR)				
Indicador	ROMI - D800	ROMI - D600	Ganhos/Avaliação	Ganhos Percentuais (%)
MTBF (Tempo Médio Entre Falhas)	3,2 dias (76 falhas/ano)	15,3 dias (9 falhas/9 meses)	Aumento na disponibilidade do equipamento	478,17% de aumento no MTBF
MTTR (Tempo Médio para Reparo)	1,4 horas por falha	0,25 horas por falha (15 minutos)	Redução significativa no tempo de reparo	82,14% de redução no MTTR
Diagrama de Pareto				
Indicador	ROMI - D800	ROMI - D600	Ganhos/Avaliação	Ganhos Percentuais (%)
Principais Motivos de Parada	De 76 paradas, 31,6% foram por falha na troca de ferramentas.	De 9 paradas, 90% foram por manutenções preventivas	Redução nas paradas não planejadas	Redução de 88% na quantidade de paradas
Economias Mensais				
Indicador	ROMI - D800	ROMI - D600	Ganhos/Avaliação	Ganhos Percentuais (%)
Redução de Aluguel	R\$ 13.622,08	-	Economia direta com a aquisição	100%
Economia em Manutenção	R\$ 2.343,75	-	Menor custo de manutenção	100%
Redução de Gastos com Mão de Obra	R\$ 1.748,69	-	Menor necessidade de intervenção humana	100%

Fonte: Autoria Própria (2024)

A implantação do centro de usinagem ROMI – D600 resultou em ganhos econômicos e operacionais significativos em relação ao equipamento anterior ROMI – D800. Esses ganhos incluem:

- Um retorno do investimento inicial de R\$ 660.000,00 esperado a partir do segundo mês do 4º ano, com um VPL positivo e uma TIR de 18,32%, que é 43,13% maior que a TMA.
- Aumento significativo no MTBF (de 3,2 dias para 18,9 dias, um aumento de 490,63%) e redução no MTTR (de 1,4 horas para 0,25 horas, uma redução de 82,14%), indicando uma melhoria na confiabilidade e na eficiência operacional do novo equipamento.
- Informação sobre a maior parte das paradas da máquina D600, que foram por manutenções preventivas, indicando um funcionamento mais estável e previsível em comparação com a D800, onde as paradas eram majoritariamente não planejadas.
- Uma economia total mensal que inclui reduções de aluguel, manutenção e gastos com mão de obra, somando R\$ 17.714,52 mensais.

Esses resultados representam uma economia considerável nos custos operacionais e de manutenção, um rápido retorno do investimento e uma melhoria na confiabilidade do processo produtivo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A empresa de autopeças destinada ao segmento automotivo possui um processo bem definido para a aquisição e modificação de equipamentos da área fabril. O processo estudado garante que as decisões sejam tomadas de forma estratégica e que os riscos sejam reduzidos tendo em vista uma análise detalhada para aquisição. Os dados dos cálculos *payback* mostrando um tempo positivo de retorno e uma Taxa Interna de Retorno (TIR) mais alta que a taxa média de atratividade (TMA) mostra o aprimoramento das propostas para contribuir na otimização da gestão da equipe responsável pelas atualizações dos equipamentos na empresa.

A gerência da empresa verificou a necessidade de incremento da produção, diante da capacidade instalada, da disponibilidade dos equipamentos em uso e da necessidade do processo, identificando a possibilidade de compra do equipamento para a área industrial. Essa necessidade de aquisição foi documentada no plano de investimento anual, que é parte integrante do orçamento anual de resultado e investimento.

Com base nas análises realizadas, ficou claro que a aquisição do centro de produção ROMI - D600 não apenas foi viável financeiramente, mas também trouxe uma melhoria significativa na eficiência e desempenho operacional da indústria automotiva estudada. Os resultados demonstram a importância de uma abordagem estruturada na tomada de decisões em relação ao investimento em máquinas dentro de uma produção.

Durante a realização do projeto, foi identificado aspectos interessantes que contribuíram para o seu desenvolvimento, como a aplicação de ferramentas de análise econômica e de confiabilidade para avaliar o desempenho dos equipamentos. No entanto, foram enfrentadas algumas dificuldades, como a obtenção de dados precisos e atualizados, a interpretação de resultados complexos e a comunicação eficaz das conclusões obtidas a partir das análises realizadas.

Para trabalhos futuros, sugeriu-se uma análise mais aprofundada sobre o impacto das variáveis externas nos resultados, bem como a inclusão de outras

métricas de desempenho e estudos de caso adicionais em diferentes setores industriais para validar e generalizar os resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS

**AEVO. Diagrama de Ishikawa: como fazer e exemplos práticos.** Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/diagrama-de-ishikawa/> . Acesso em: 16 out. 2023.

AIRES, Victor M.; VALENTE, Antônio C. da Costa. **Gestão de Projetos e Lean Construction – Uma abordagem prática e integrada.** Curitiba: Appris Editora, 2017.

**Boa parte da indústria brasileira opera com maquinário antigo e tecnologia defasada, diz CNI.** **CNN Brasil**, São Paulo, 23 ago. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/boa-parte-da-industria-brasileira-opera-com-maquinario-antigo-e-tecnologia-defasada-diz-cni/> . Acesso em: 11 set. 2023.

CAMPOS, V. F. TQC – **Controle da qualidade total.** B. Horizonte: INDG, 2004.

**CNI. Confederação Nacional da Indústria. Indústria 4.0: o que é e como vai impactar sua vida.** [Brasília], [2023]. Disponível em: Acesso em: 11 set. 2023.

**Construindo Decor. (2021). PDCA → O que é? Para Que Serve? Exemplo e Método.** <https://construindodecor.com.br/pdca-o-que-e-para-que-serve-exemplo-e-metodo/>

EQUIPE TOTVS (2018); **Gestão de equipamentos: entenda a importância - TOTVS.** <https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/gestao-de-equipamentos/>.. Acesso em: 30 out. 2023.

Erika F. C. e Marcos A. C. P. **5S E KAIZEN: estudo e aplicação ao setor administrativo.** Revista Interfacetecnológica, v.15, n.2, p. 1-14, 2018. DOI: 10.31510/infa.v15i2.395.

**IBM. Indústria 4.0: o que é, conceito, benefícios e desafios.** IBM. Disponível em: 2021 Acesso em: 11 set. 2023.

Juran, J. M., & Gryna, F. M. (1991). **Juran's quality control handbook (4th ed.).** New York: McGraw-Hill.

KAGERMANN, Henning et al. **Recommendations for Implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: securing the future of German manufacturing industry; final report of the industrie 4.0 working group.** Forschungsunion, 2013 ([http://thuvienso.dastic.vn:8080/dspace/handle/TTKHCNDaNang\\_123456789/357](http://thuvienso.dastic.vn:8080/dspace/handle/TTKHCNDaNang_123456789/357) ).

LIMA, Thiago de C. L. (2021). **Aplicação do Método QFD no Setor de Serviços: Estudo de Caso em uma Microempresa do Ramo Alimentício em Pacajus-CE.** Fortaleza: Faculdade UNIFAMETRO.

LEONEL, Paulo H. L. (2008) - **Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados**, Juiz De Fora, MG - Universidade Federal De Juiz De Fora

MARSON, M. D. **A evolução da indústria de máquinas e equipamentos no Brasil: Dedini e Romi, entre 1920 e 1960.** *Nova Economia*, Belo Horizonte, v. 24, n. 3, p. 685-710, set./dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/Yww46QyBR4YQKXPhc3w8fHw/> . Acesso em: 11 set. 2023.

**MTBF: Saiba o que é e como calcular esse indicador - UPgrade TI.** <https://www.upgradeti.com.br/mtbf/>. Acesso em: 30 out. 2023.

NOGUEIRA, E. Análise de Investimento. In: BATALHA, M.O. (Coord.). *Gestão Agroindustrial*. São Paulo: Atlas, 2001.

OLIVEIRA, Otavio J. **Gestão da Qualidade - Tópicos Avançados.** Editora Cengage Learning Editores, 2003.

Oliveira, C. C., Granato, D., Caruso, M. S. F., & Sakuma, A. M. **Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio.** 1ª edição. São Paulo: SES/SP, 2013.

**OS AVANÇOS GERAIS DA USINAGEM AUTOMOTIVA**  
<https://www.maestro.ind.br/os-avancos-gerais-da-usinagem-automotiva/> Acesso em: 14 out. 2023.

**Payback: como calcular o prazo de retorno de investimento.**  
<https://blog.contaazul.com/indicador-payback/>. Acesso em: 29 out. 2023.

**Plan, Do, Check, Act (PDCA) — A Resource Guide.** <https://www.lean.org/lexicon-terms/pdca/> Acesso em: 23 out. 2023.

**PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL**  
<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/primeira-revolucao-industrial.htm> Acesso em: 14 out. 2023.

SILVA, Ana Carolina G. C. da Silva; JUNIOR, João Torres Martins Junior. **Aplicação de Ferramentas de Qualidade em uma Indústria de Cosméticos.** 2023. Fortaleza: UNIFAMETRO.

**Usinagem: o que é e qual a sua importância - CCV Industrial.**  
<https://ccvindustrial.com.br/usinagem-o-que-e-e-qual-a-sua-importancia/>. Acesso em: 07 out. 2023.

**Usinagem para indústria automobilística: como funciona e ... - Erominas.**  
<https://www.erominas.com.br/usinagem/usinagem-para-industria-automobilistica-como-funciona> . Acesso em: 07 out. 2023.

VIEIRA, Priscila H. V.; **MONOGRAFIA ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DE UM PROJETO DE CORTE E DOBRA.** 2016  
[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGUPKA/1/monografia\\_priscila\\_hammes.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGUPKA/1/monografia_priscila_hammes.pdf). Rio de Janeiro Escola de Engenharia da UFMG

## APÊNDICE A

MANUTENÇÃO ROMI - D800 - PERÍODO ABRIL / 2022 a ABRIL / 2023								
n°	Ordem	Descrição da Ordem	Equipamento	Data Manutenção	Nome Equipamento	Numero de Horas Paradas		Estado
						Arredondadas		
1	6000255	Lubrificação centro de furacão	03CFU003	22/04/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
2	10000027	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	05/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	9,0		Finalizada
3	10000167	Transcavaco parado	03CFU003	12/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
4	10000169	Transcavaco parado	03CFU003	12/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
5	10000529	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	27/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
6	10000584	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
7	10000588	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
8	10000587	Queda de ferramenta	03CFU003	29/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
9	10000590	Queda de ferramenta	03CFU003	29/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
10	10000645	Proteção telescópica - Falha	03CFU003	31/07/22	CENTRO DE FURACAO D800	2,0		Finalizada
11	10000774	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	05/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
12	10000787	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	06/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
13	10001067	Queda de ferramenta	03CFU003	18/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	5,0		Finalizada
14	10001101	Queda de ferramenta	03CFU003	20/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
15	10001119	Queda de ferramenta	03CFU003	20/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
16	10001148	Queda de ferramenta	03CFU003	21/08/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
17	10001404	Queda de ferramenta	03CFU003	01/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
18	6000814	Lubrificação centro de furacão	03CFU003	05/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
19	10001580	Falha elétrica	03CFU003	08/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
20	10001588	Transcavaco parado	03CFU003	09/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
21	10001628	Vazamento de óleo solúvel	03CFU003	10/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
22	10001681	Transcavaco parado	03CFU003	13/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
23	10001712	Problema na troca de peça	03CFU003	15/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	4,0		Finalizada
24	10001723	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	15/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
25	10001744	Transcavaco parado	03CFU003	16/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
26	10001929	Transcavaco parado	03CFU003	24/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
27	10002022	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	27/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
28	10002001	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	3,0		Finalizada
29	10002008	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	3,0		Finalizada
30	10002045	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	30/09/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
31	10002064	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	01/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
32	10002065	Falha elétrica	03CFU003	01/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
33	10002068	Falha mecânica	03CFU003	01/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
34	10002387	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	09/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
35	10002408	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	09/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
36	10002800	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	20/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
37	10002857	Queda de ferramenta	03CFU003	22/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
38	10002871	Transcavaco parado	03CFU003	23/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	5,0		Finalizada
39	10002933	Queda de ferramenta	03CFU003	25/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
40	10003023	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
41	10003033	Braço da ferramenta com defeito	03CFU003	28/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	11,0		Finalizada
42	10003045	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	28/10/22	CENTRO DE FURACAO D800	2,0		Finalizada
43	10003160	Problema na troca de peça	03CFU003	01/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
44	10003200	Problema na troca de peça	03CFU003	02/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
45	10003269	Transcavaco parado	03CFU003	05/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
46	10003322	Proteção telescópica - Falha	03CFU003	06/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
47	10003381	Transcavaco parado	03CFU003	07/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
48	10003418	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	08/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
49	10003441	Dispositivo furação parafusos travados	03CFU003	09/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	2,0		Finalizada
50	10003739	Refrigeração parou	03CFU003	17/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
51	10003924	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	24/11/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
52	6001087	Lubrificação centro de furacão	03CFU003	02/12/22	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
53	10004459	Falha elétrica	03CFU003	11/12/22	CENTRO DE FURACAO D800	3,0		Finalizada
54	10004487	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	12/12/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
55	10004589	Falha elétrica	03CFU003	16/12/22	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
56	10004636	Falha elétrica	03CFU003	20/12/22	CENTRO DE FURACAO D800	4,0		Finalizada
57	6003913	Lubrificação centro de furacão	03CFU003	01/01/23	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
58	10005471	Ajuste no telescópica	03CFU003	02/01/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
59	10004850	Falha elétrica	03CFU003	13/01/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
60	10005118	Quebra de ferramenta	03CFU003	24/01/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
61	10005366	Proteção da mesa aberta	03CFU003	29/01/23	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
62	10005768	Falha elétrica	03CFU003	09/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
63	10005919	Braço da ferramenta com defeito	03CFU003	12/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
64	10006007	Braço fora de posição	03CFU003	16/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
65	10006170	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	16/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
66	10006033	Porta caiu	03CFU003	17/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
67	10006046	Falha elétrica	03CFU003	17/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
68	10006179	Proteção telescópica - Falha	03CFU003	23/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	5,0		Finalizada
69	10005515	Porta caiu	03CFU003	25/02/23	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
70	10006734	Proteção telescópica - Falha	03CFU003	18/03/23	CENTRO DE FURACAO D800	2,0		Finalizada
71	10006767	Quebra de ferramenta	03CFU003	20/03/23	CENTRO DE FURACAO D800	2,0		Finalizada
72	10006948	Falha elétrica	03CFU003	01/04/23	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
73	6003918	Lubrificação centro de furacão	03CFU003	05/04/23	CENTRO DE FURACAO D800	1,0		Finalizada
74	10007324	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	10/04/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
75	10007392	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	19/04/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
76	10007420	Falha na troca de ferramenta	03CFU003	20/04/23	CENTRO DE FURACAO D800	0,5		Finalizada
Total de horas paradas						104,5		
Quant. de dias trabalhados no ano						252		
Quant. de horas disponíveis em um ano						4410		

