

**CAROLINE DE ABREU CAMPOS**

**MELHORIA NA CONFIABILIDADE NO PROCESSO DE  
MANUFATURA DO CAMBIO MANUAL DE CARROS**

**Taubaté - SP  
2022**

**Caroline de Abreu Campos**

**MELHORIA NA CONFIABILIDADE NO PROCESSO DE MANUFATURA DO  
CAMBIO MANUAL DE CARROS**

Trabalho de Graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Taubaté, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica.

Orientador(a): Prof. Marcelo Pinheiro Werneck.

**Taubaté - SP  
2022**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi  
Universidade de Taubaté - Unitau**

C198m Campos, Caroline de Abreu  
Melhoria na confiabilidade no processo de manufatura do câmbio manual de carros / -- Caroline de Abreu Campos. -- 2022.  
25 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2022.  
Orientação: Prof. Me. Marcelo Pinheiro Werneck, Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Tampa do câmbio. 2. Linha de submontagem. 3. Sistema de visão. 4. Linguagem Ladder. 5. Transmissão do carro. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica. Graduação em Engenharia Elétrica e Eletrônica. II. Título.

CDD – 621.3



**Universidade de Taubaté**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Recredenciada Reconhecida pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

**Departamento de Engenharia Elétrica**  
Rua Daniel Danelli s/nº Jardim Morumbi  
Taubaté-Sp 12060-440  
Tel.: (12) 3625-4190  
e-mail: eng.eletrica@unitau.br

## MELHORIA NA CONFIABILIDADE NO PROCESSE DE MANUFATURA DO CÂMBIO MANUAL DE CARROS

**CAROLINE DE ABREU CAMPOS**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “GRADUADO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA”

### BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. MARCELO PINHEIRO WERNECK  
Orientador/UNITAU-DEE

Prof. Me. SANDRO BOTOSSÍ DOS SANTOS  
UNITAU-DEE

Prof. Me. PATRÍCIA CERÁVOLES R P NUNES OLIVEIRA  
UNITAU-DEM

dezembro de 2022

em especial, a minha família e amigos que sempre acreditaram em mim, me apoiando e incentivando a continuar buscando conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me dar saúde, persistência e sabedoria. Agradeço pela minha coragem, resiliência, dedicação, pelo meu esforço, e pela minha família e pelos meus amigos.

Ao meu orientador, *Prof. Marcelo Pinheiro Werneck* que desde a primeira aula me abriu os olhos para as inovações da indústria e esteve ao meu lado durante todo o processo me auxiliando e orientando.

Aos meus pais *Jaime de Castro Campos e Benedita de Abreu Campos*, minhas irmãs *Amanda de Abreu Campos e Suelen de Abreu C. R. S.*, e meu cunhado *Douglas de Castro R. S.*, que sempre me incentivaram a estudar e a buscar uma carreira consolidada, estando ao meu lado nos momentos mais difíceis e cruciais desta jornada.

Às minhas melhores amigas, *Julia da Silva Naldi Zandonadi, Maria Rita Sampaio Pinheiro e Samille Graça A. L. de O.* que me acompanharam e incentivaram durante este período importante, sempre me apoiando e aconselhando nos momentos difíceis.

À empresa do ramo automotivo, em particular ao engenheiro *Emerson Martins de Barros* e ao eletricista *Rodrigo Leite* pelos dados disponibilizados e utilizados no estudo de caso e principalmente pela parceria na resolução de dúvidas e esclarecimento de ideias pertinentes ao projeto implementado.

“No meio da dificuldade, encontra-se a oportunidade.”  
Albert Einstein

## RESUMO

Este trabalho de graduação foi desenvolvido com o objetivo de apresentar uma melhoria implementada na linha de submontagem da Gear Shift Cover (Tampa do Câmbio) em uma empresa do ramo automotivo, onde foi encontrada uma falha de processo que passou a diante uma peça sem a conclusão de uma das etapas de produção, gerando um alerta de qualidade. O desenvolvimento deste trabalho de graduação se deu por base em um estudo de caso, que será apresentado e analisado, evidenciando os resultados positivos alcançados com a implementação desta melhoria, que utilizou um sistema de visão COGNEX In-Sight e a Linguagem Ladder. Através de dados quantitativos foi apresentada a comparação de peças aprovadas e rejeitadas nessa linha de Submontagem. A Tampa do Câmbio é uma parte montada no sistema de Transmissão do carro, responsável pela realização do deslocamento do veículo, que necessita do seu correto funcionamento. A falta de uma etapa do processo, que será visto neste trabalho como a ausência de uma das buchas onde se encaixa a alavanca, pode acarretar um mal funcionamento deste sistema. Sendo assim é necessária uma produção com 100% de peças aprovadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tampa do Câmbio. Linha de Submontagem. Sistema de Visão. Linguagem Ladder. Transmissão do carro.



## **ABSTRACT**

This graduation work was developed with the objective of presenting an improvement implemented in the subassembly line of the Gear Shift Cover in an automotive company, where a process failure was found that passed on a part without the conclusion of the production stages, generating a quality alert. The development of this graduation work was based on a case study, which will be presented and analyzed, showing the positive results achieved with the implementation of this improvement, which used a COGNEX In-Sight vision system and the Ladder Language. Through quantitative data, the comparison of approved and rejected parts in this Subassembly line was presented. The Gear Shift Cover is a part mounted on the Transmission system of the car, responsible for carrying out the displacement of the vehicle, which needs its correct functioning. The lack of a step in the process, which will be seen in this work as the absence of one of the bushings where the lever fits, can lead to a malfunction of this system. Therefore, production with 100% approved parts is required.

**KEYWORDS:** Gear Shift Cover. Subassembly Line. Vision System. Ladder language. Car transmission.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Braço robótico na linha de submontagem do GSC .....	13
Figura 2 – Câmera de visão COGNEX na linha de submontagem do GSC.....	14
Figura 3 – Partes de um controlador lógico programável.....	15
Figura 4 – Programação Ladder utilizada no sistema de visão na linha de submontagem do GSC.....	16
Figura 5 – Carcaça da Tampa do Câmbio sem a prensagem das buchas .....	17
Figura 6 – Imagem da operação 150 na linha do GSC que realiza a prensagem das Buchas .....	18
Figura 7A – Prensagem da bucha aprovada .....	18
Figura 7B – Prensagem das buchas reprovadas.....	19
Figura 8 – Imagem do programa da câmera rejeitando uma peça .....	21
Figura 9 – Imagem do programa da câmera aprovando uma peça .....	22

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Levantamento de defeitos na bucha passados a diante .....	23
--	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CLP	Controlador Lógico Programável
GSC	Gear Shift Cover
IHM	Interface Homem Máquina

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL .....	13
2.2 CÂMERA COGNEX E SISTEMA DE VISÃO.....	14
2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL – CLP .....	15
2.4 LINGUAGEM LADDER .....	16
<b>3 O PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1 OBJETIVO DO TRABALHO .....</b>	<b>19</b>
3.1.1 OBJETIVO GERAL .....	19
3.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO .....	19
3.1.3 HIPÓTESES .....	20
<b>3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO .....</b>	<b>20</b>
<b>4 SOLUÇÃO ADOTADA.....</b>	<b>21</b>
<b>5 CONCLUSÕES E PROPOSTA DE MELHORIA FUTURA .....</b>	<b>24</b>
<b>6 BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>25</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O presente Trabalho de Graduação tem como objetivo provar que a implementação de um sistema de visão na linha de submontagem, reduz a zero o índice de falhas durante o processo de manufatura da tampa do câmbio manual de carros produzidos em uma indústria do ramo automotivo, de acordo com o capítulo 1. Nesse trabalho realiza-se o estudo do problema apresentado na linha de produção e a análise da implementação da solução proposta comparando dados antes e após a melhoria implementada.

A indústria automobilística exige altos padrões de qualidade, deste modo o trabalho proposto se torna relevante por se tratar da peça responsável pela movimentação do automóvel. A peça produzida na linha de submontagem analisada é o câmbio manual, peça responsável por mudar as marchas do carro durante seu deslocamento.

No capítulo 2, explica-se os conceitos teóricos por trás da implementação do projeto, a partir de informações disponíveis, para situar o leitor no processo de implementação. No capítulo 3 é apresentado o problema que motivou a implementação do projeto, o objetivo geral e específico do trabalho, as hipóteses acerca da melhoria, é definido a delimitação do estudo e sua relevância. No capítulo 4, utilizando o estudo de caso, apresenta-se a implementação do projeto de melhoria proposta e a comparação dos resultados antes e após a implementação da melhoria. Por fim, no capítulo 5, apresenta-se a conclusão e uma proposta de implementação futura da melhoria utilizada.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Em meados do século XVIII iniciou-se a Revolução Industrial na Inglaterra, quando as produções artesanais e agrárias se tornaram processos industriais utilizando simples dispositivos semiautomáticos, avançando a tecnologia à passos largos no decorrer dos anos seguintes.

Segundo Fuentes e Beltrame (2005), automação é um sistema de equipamentos mecânicos e/ou eletrônicos que controlam o seu próprio funcionamento sem a necessidade da intervenção humana.

É o uso de comandos lógicos programáveis e equipamentos automatizados que substituem atividades manuais envolvendo tomadas de decisão e comandos-resposta do ser humano. A automação vai muito além da mecanização, porque diminui a necessidade de requisitos sensoriais e requisitos cognitivos humanos, além de otimizar a produtividade. (Lamb, 2015, p. 2).

A Automação Industrial torna-se uma ferramenta indispensável na indústria automotiva devido sua alta capacidade de detecção de falhas, habilidade na repetição do processo com altos índices de qualidade, registro de informações com fácil visibilidade, como códigos e datas, e economia de recursos humanos, reduzindo os riscos associados à fadiga, o que pode ser visto na figura 1, que mostra um braço robótico responsável por movimentar a peça até o teste funcional.

Figura 1 – Braço robótico na linha de submontagem do GSC.

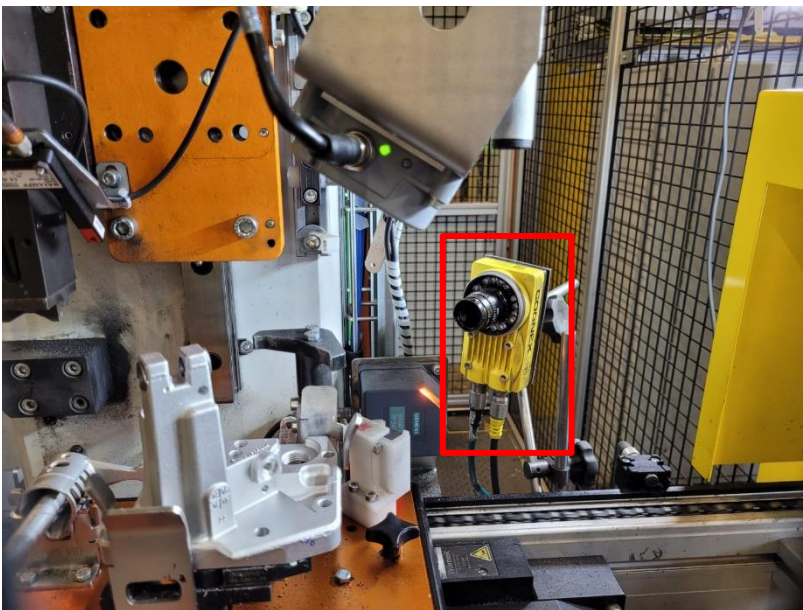


Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022).

## 2.2 CÂMERA COGNEX E SISTEMA DE VISÃO

O sistema de visão In-Sight é um sistema de visão de máquina autônomo compacto, pronto para conexão em rede, usado para aplicações automatizadas de inspeção, medição, identificação e orientação de robôs no chão de fábrica. (COGNEX, 2022, p. 8). É utilizado para adquirir fotos e vídeos de um determinado processo produtivo, a figura 2 exemplifica a aplicação desse sistema em uma linha de produção.

Figura 2 – Câmera de visão COGNEX na linha de submontagem do GSC.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022).

O Cognex possui diferentes tipos de ferramentas que automatizam aplicações de inspeção, identificando anomalias e padrões a partir de uma imagem referência. Essas ferramentas solucionam atividades complexas com base em regras, ao mesmo tempo em que oferecem rapidez e coerência, que não são atingidas com a inspeção manual. A tecnologia desse sistema permite a variação natural e distingue anomalias aceitáveis e não aceitáveis para facilitar o desenvolvimento de aplicações altamente variáveis. (COGNEX Corporation, 2022).

O sistema de visão fornece aquisição de imagem, processamento de visão, armazenamento de trabalhos, conectividade serial e Ethernet e E/S discreta. É composto por uma câmera com sistema de armazenamento de imagem, software comparador, kit de tampa de lente de 50 mm e 80 mm, que fornece a proteção ambiental para a lente, protetor de linha, que protege as roscas da tampa da lente do sistema de visão In-Sight quando a tampa da lente não é usada, e kit de parafusos de montagem. (COGNEX, 2022, p. 8).



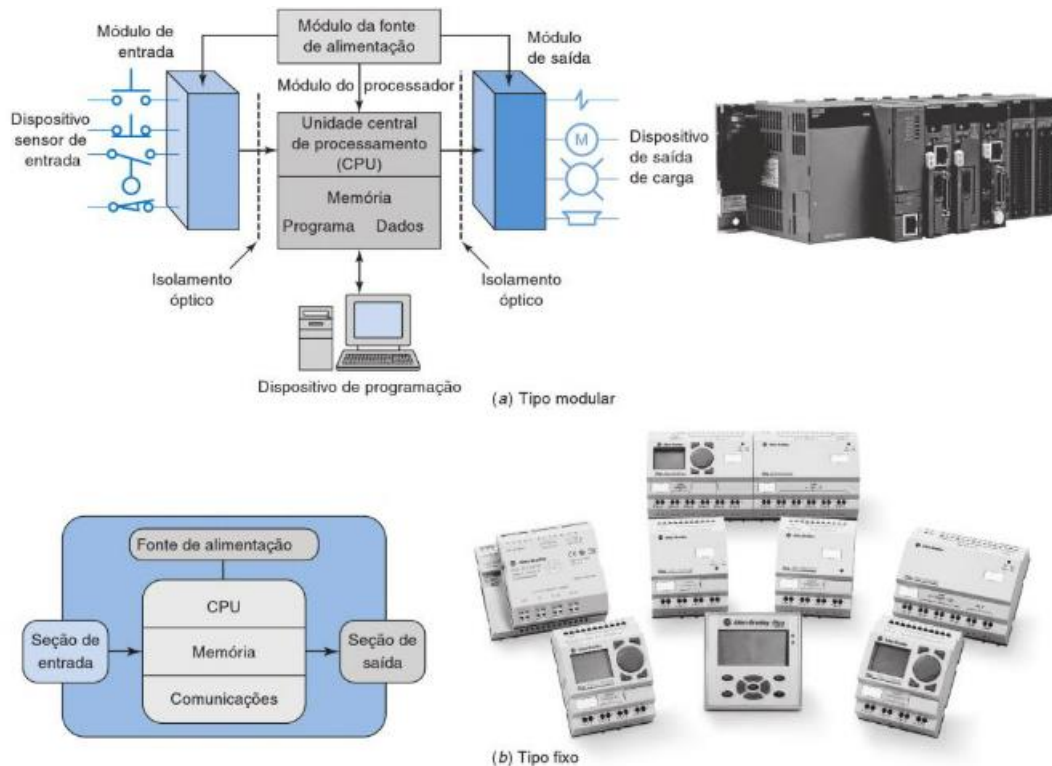
### 2.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL - CLP

Controlador Lógico Programável, ou Comando Lógico Programável, como citado por Petruzella (2014), é um tipo de computador industrial programável para executar funções de controle. Esses controladores diminuiriam significativamente a fiação associada aos circuitos de controle convencional a relé, além de apresentar outros benefícios, como a facilidade em instalar e programar, o controle de alta velocidade, a compatibilidade com a rede, a verificação de defeitos e a conveniência de teste de alta confiabilidade. (PETRUZELLA, 2014, p. 1).

De acordo com Petruzella (2014), o CLP é um exemplo de um sistema em tempo real, sendo que a saída do sistema controlado por ele depende inteiramente das condições de entrada. Ele é basicamente um computador digital projetado para controlar máquinas e funcionar no ambiente fabril. Sendo equipado com interfaces especiais de entrada e saída junto com uma linguagem de programação e controle, sendo mais utilizada a Linguagem Ladder.

O CLP é constituído basicamente de uma unidade central de processamento, uma seção de entrada/saída E/S, uma fonte de alimentação e um dispositivo de programação, conforme é apresentado na figura 3.

Figura 3 – Partes de um controlador lógico programável.



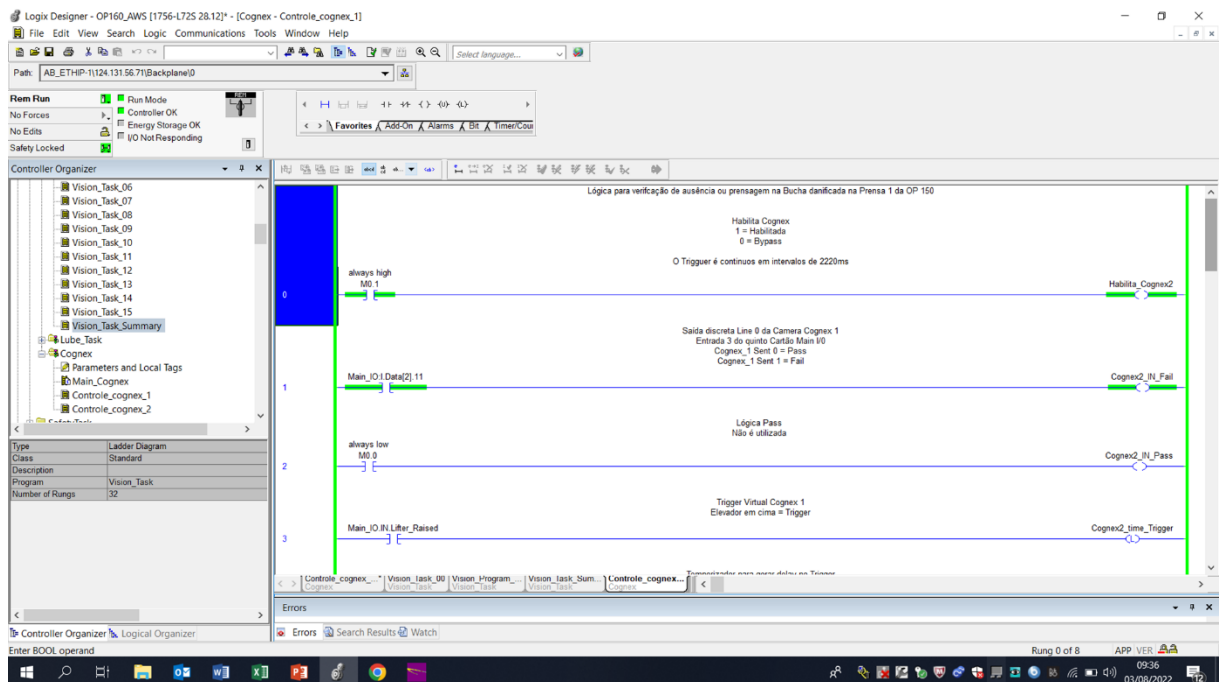
Fonte: (PETRUZELLA, 2014).

## 2.4 LINGUAGEM LADDER

A linguagem de programação Ladder foi a pioneira na programação de CLP, devido sua funcionalidade que procurava imitar os diagramas elétricos antigos. Seu objetivo era evitar a grande quebra de paradigmas, permitindo uma melhor aceitação do produto no mercado. (Silva, 2007, p. 9).

De acordo com Silva (2007), o diagrama de contatos consiste em um desenho formado por duas linhas verticais, representando o polo positivo e o polo negativo de uma bateria ou de uma fonte de alimentação. Entre essas duas linhas se desenha ramais horizontais que possuem chaves, podendo ser normal aberta ou normal fechada, representando os estados de entrada do CLP. A figura 4 exemplifica uma programação em Ladder utilizada juntamente com um sistema de visão.

Figura 4 – Programação Ladder utilizada no sistema de visão na linha de submontagem do GSC.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

A linguagem Ladder se baseia na lógica binária, representada apenas por dois valores: 0 e 1. A partir desses valores se constrói uma base numérica binária. As portas lógicas, circuitos utilizados para combinar níveis lógicos digitais de maneira específicas, foram criadas a partir desse conceito. (Silva, 2007).

### 3 O PROBLEMA

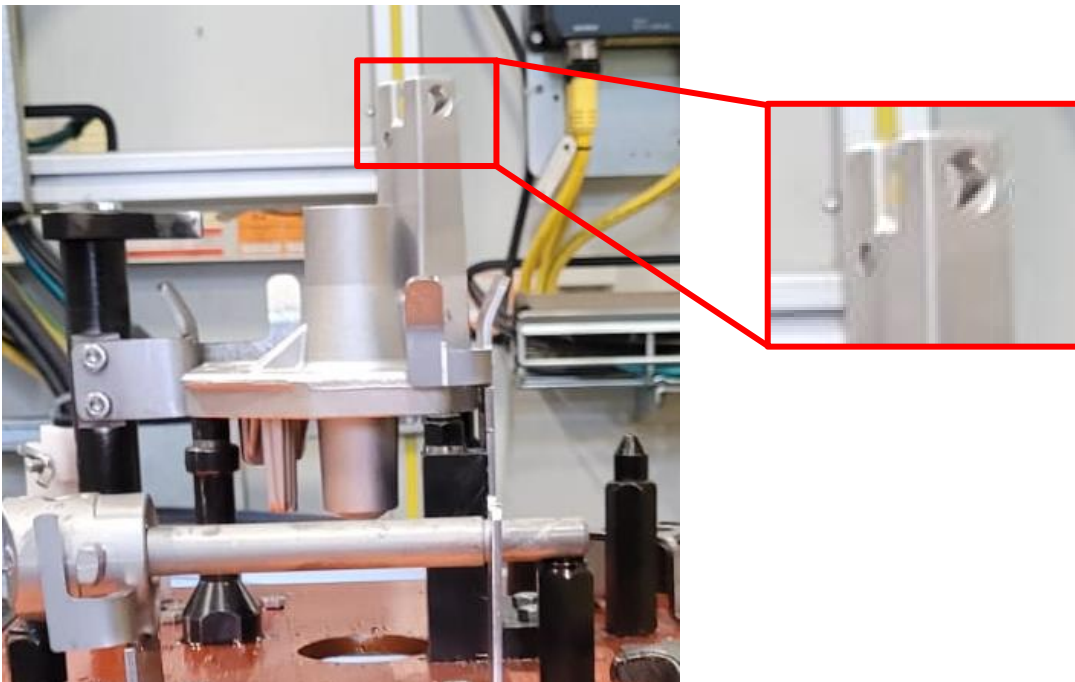
O problema analisado neste trabalho ocorreu na linha de submontagem da Gear Shift Cover, tradução literal para Capa de Mudança de Marcha em português ou, Tampa do Câmbio, como é mais conhecida, na área da Transmissão na empresa do ramo automobilístico, localizada no interior de São Paulo.

Essa linha de submontagem é responsável por montar todas as etapas produtivas da tampa do câmbio manual de três modelos de carros, desde encaixe de peças, prensagem de pinos e buchas e a realização de testes no produto final.

Essa peça é encaixada no sistema de transmissão do veículo, o qual é responsável por levar energia do motor para as rodas, através do seu conjunto de engrenagens, eixos e polias, afim de realizar o deslocamento do veículo.

A falha ocorrida, que consistiu na ausência de uma das buchas prensadas na carcaça da tampa do câmbio, como apresentado na figura 5, realizada na operação 150 na linha do GSC, demonstrado na figura 6, foi detectada na linha do DRY TEST, etapa de testes após a saída da peça da linha de montagem da transmissão, o que gerou um grande alerta de qualidade do produto.

Figura 5 – Carcaça da Tampa do Câmbio sem a prensagem das buchas.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

Figura 6 – Imagem da operação 150 na linha do GSC que realiza a prensagem das buchas.

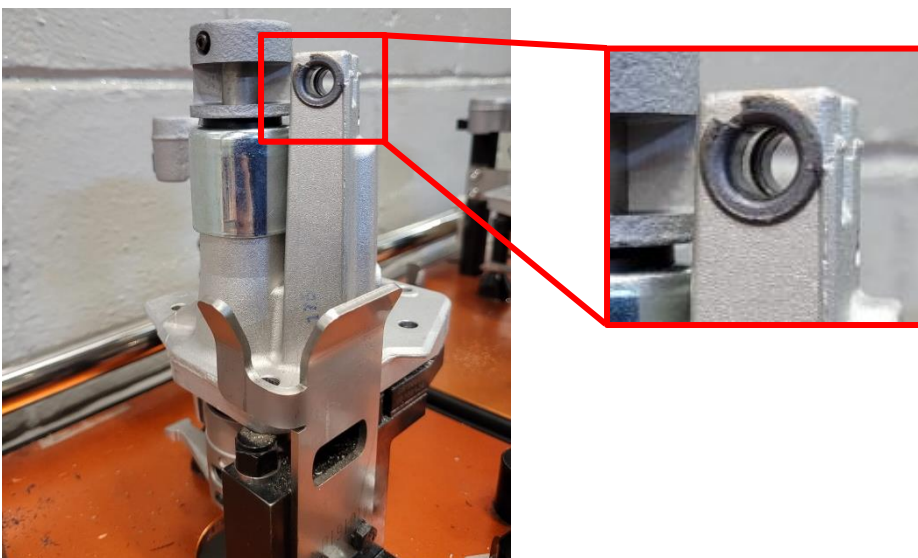


Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

A falha analisada foi um defeito ocorrido durante o processo de prensagem, que aprovou um ciclo de prensagem com a ausência de uma das buchas na carcaça da tampa do câmbio. Mas também foram encontradas durante o processo de implementação do projeto, falhas na aprovação de peças prensadas como buchas prensadas incorretamente, buchas prensadas de maneira duplicada e buchas defeituosas. Demonstradas nas figuras 7A e 7B a comparação de uma bucha boa e duas buchas defeituosas detectadas na própria linha de montagem.

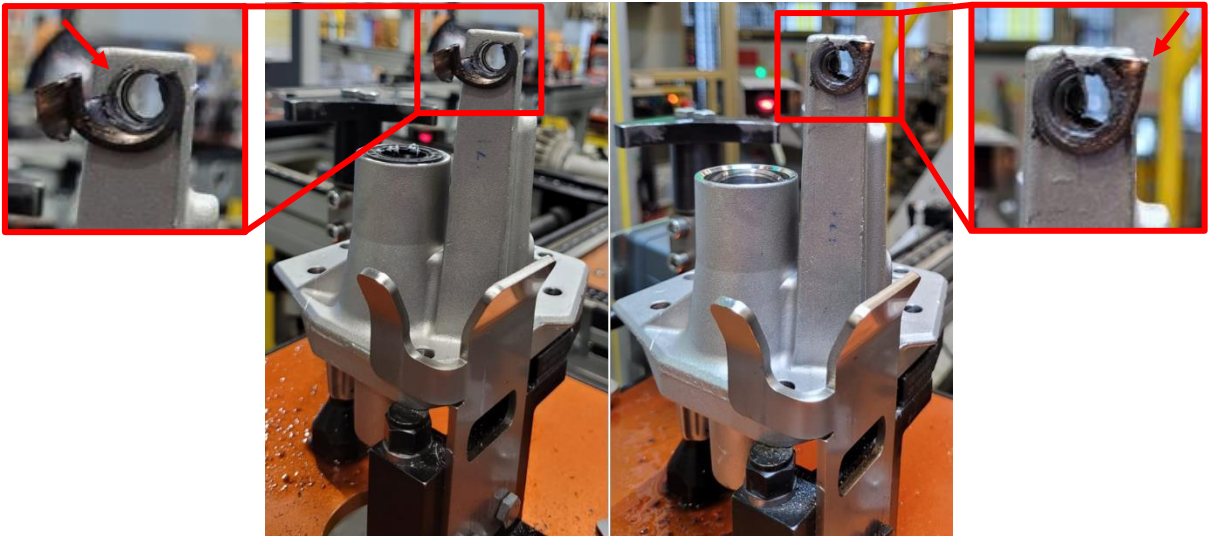
No ciclo normal de produção são produzidas em torno de 800 peças em um turno de trabalho. No turno que ocorreu a falha, antes da implementação da melhoria, uma peça passou para o estágio final de montagem, gerando um problema de qualidade e custos de retrabalho.

Figura 7A – Prensagem de bucha aprovada.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

Figura 7B – Prensagem de buchas reprovadas.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

### 3.1 OBJETIVO DO TRABALHO

#### 3.1.1 OBJETIVO GERAL

É objetivo geral deste trabalho relatar a implementação de uma melhoria proposta na Linha de Submontagem da Tampa do Câmbio para otimizar a detecção de falhas no processo, utilizando um sistema de visão, analisando os dados obtidos durante a realização do projeto, das tampas do câmbio montadas que passaram para a Linha de Montagem Final da Transmissão, sem a prensagem das buchas, antes e depois da implementação da verificação por câmera da presença da bucha.

#### 3.1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Ressaltar a importância de várias etapas de verificação de qualidade.
- Informar os dados coletados durante o estudo.
- Apresentar os resultados finais após a implementação da melhoria.

### 3.1.3 HIPÓTESES

- A verificação em várias etapas é realmente necessária?
- A melhoria proposta gerou resultados significativos?

## 3.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Será abordado neste projeto uma melhoria proposta para uma linha de submontagem, em uma indústria automotiva, exemplificando o uso da automação industrial através de um sistema de visão e programação Ladder, e suas aplicações atuais, qual a sua importância na indústria automobilística, como ela pode ser usada para verificação de etapas de processos e como ela ajuda a otimizar o processo.

Foram passados conceitos de Controlador Lógico Programável para entendimento da programação aplicada no sistema de visão introduzido na linha de montagem para a verificação da falha, conceitos sobre a linguagem de programação utilizada, explicações a respeito do sistema de visão implementado e conceitos sobre o produto produzido. O estudo foi realizado através de dados coletados durante a implementação do projeto na área de Transmissões da empresa no ramo automotivo.

## 3.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Sendo a qualidade do produto um dos principais tópicos da manufatura enxuta, juntamente com a diminuição de defeitos, este estudo torna-se relevante por tratar de uma melhoria implementada voltada para a detecção de falhas no processo, visando a melhor qualidade e entrega de 100% de peças produzidas com zero defeitos em uma linha de produção.

Sendo assim, a partir dos estudos e análises realizadas a partir de falhas ocorridas durante o processo, pretende-se mostrar como o uso de um sistema de visão e programação Ladder de CLP, alinhados com uma etapa do processo, podem reduzir a zero o índice de falhas na montagem de peças.

## 4 SOLUÇÃO ADOTADA

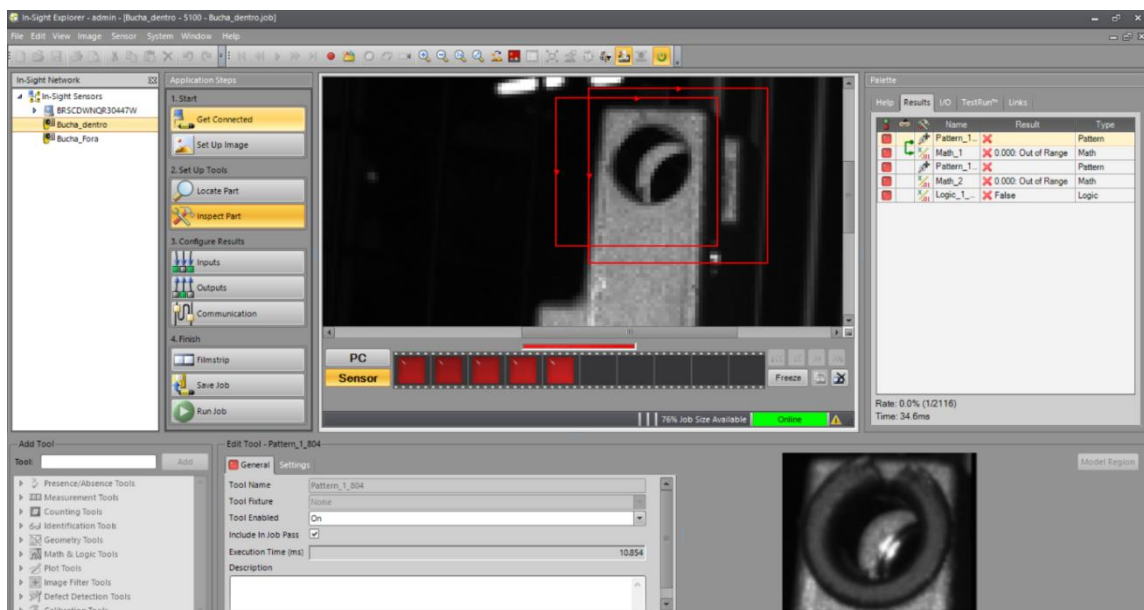
Com um grande impacto na qualidade do produto, devido a etapa de verificação da peça, apontando uma falha no processo, foi acionado de imediato o setor de qualidade e a liderança da linha de submontagem, que de prontidão implementaram um passo emergencial no processo para a realização da verificação visual, especificamente no ponto de prensagem das buchas, para verificar a condição e presença da prensagem da bucha.

Com o início dos estudos para resolver o problema de maneira definitiva, foi encontrado que a melhor solução para atingir um turno de trabalho com 0% de falhas passadas a diante seria a implementação de um sistema de visão com a única funcionalidade de verificar a prensagem e a qualidade das buchas na carcaça.

Foi então utilizado o sistema de visão COGNEX, programado em linguagem Ladder, juntamente com o programa da câmera, para fazer a comparação de imagens, utilizando a imagem de uma peça boa para aprovar, e ferramentas do programa In-Sight para fazer a verificação de presença da carcaça na imagem para realizar a medição de diâmetro, verificando a existência da bucha, analisando se a circunferência do item aparecia na carcaça, comparando com a imagem padrão, se as comparações entre presença e diâmetro correspondessem, a peça seria aprovada, do contrário seria rejeitada.

A figura 8 apresenta o programa em execução reprovando uma peça com a ausência da bucha a partir da comparação de imagens.

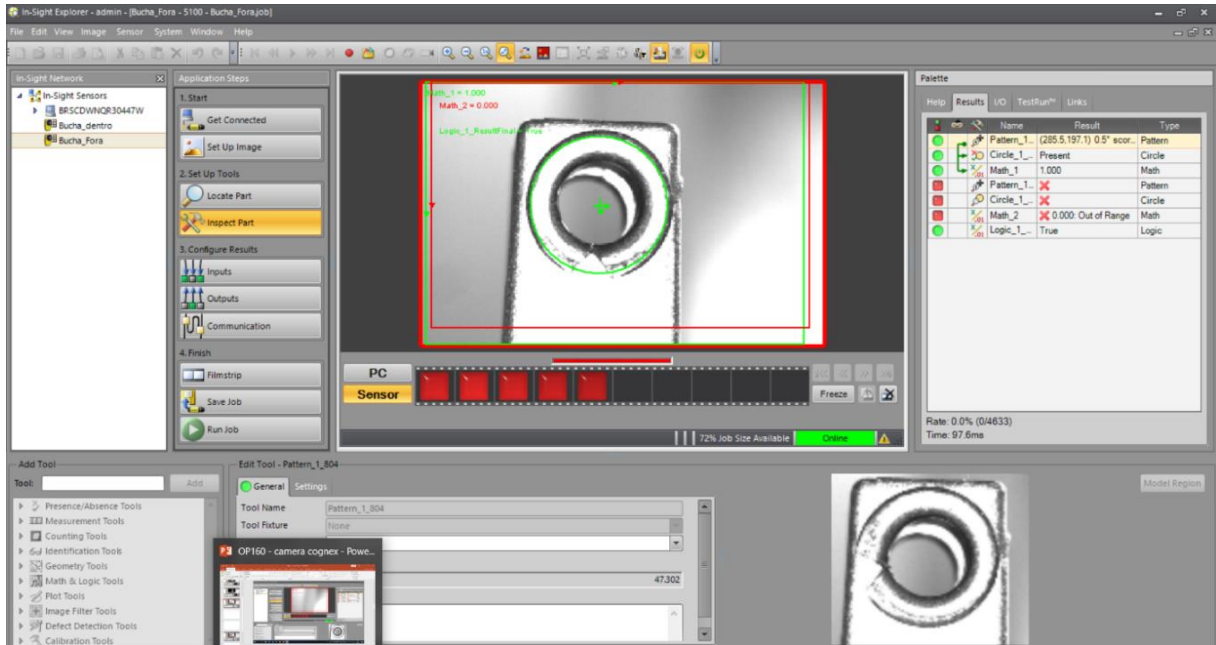
Figura 8 – Imagem do programa da câmera rejeitando uma peça.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

A figura 9 apresenta o programa em execução aprovando uma peça com a bucha em perfeito estado a partir da comparação de imagens.

Figura 9 – Imagem do programa da câmera aprovando uma peça.



Fonte: (CAMPOS, Caroline. 2022)

Um dos desafios para a realização deste projeto foi a utilização do modelo de câmera COGNEX 5100. O sistema de visão COGNEX acompanha um pacote que disponibiliza a rede para a comunicação com o CLP, facilitando para verificar se a imagem está boa, analisar qual ferramenta reprovou ou aprovou, porque ela tomou a decisão de aprovar ou reprovou e analise da quantidade de peças verificadas pela câmera, porém, não foi possível realizar essa comunicação com o CLP devido ao modelo da câmera utilizada ser muito antigo.

Desta forma, foi necessário realizar a comunicação discreta, onde foi preciso utilizar uma alimentação e deixar tudo cabeado, em 24V e 0V, usando apenas um fio para receber o sinal, precisando escolher se seria o sinal de aprovado ou reprovado que iria ser recebido. O cabo de alimentação foi conectado diretamente na máquina, pegando o positivo e negativo, e um sinal indo direto para a entrada do CLP.

Mesmo não sendo possível conectar a câmera na rede disponibilizada pelo pacote COGNEX para ter acesso à todas as suas informações, foi necessário conectá-la em uma rede tipo Ethernet para conseguir acessar as informações e acertar a imagem, utilizou-se então a rede privada da operação que ela estava sendo instalada para realizar essa comunicação.

Com a programação da câmera em funcionamento, após a realização de vários testes,



foi realizado a junção de sua lógica com o programa da operação de montagem ao qual estava instalada.

Utilizou-se a própria IHM (interface homem máquina) da operação para mostrar ao operador e à manutenção, no visor da tela, uma mensagem informando a falha, a posição de falha, e o momento que ocorresse a falha, para que a manutenção pudesse realizar uma investigação na operação anterior e encontrar a causa raiz do defeito, liberando a peça para o retrabalho.

Durante a implementação da melhoria, foi possível verificar que todas as peças com defeito na bucha ou ausência da bucha eram reprovadas no instante que o pallet com a peça parava na operação seguinte e a câmera detectava a peça, a reprovando e enviando para o retrabalho, atingindo 100% de taxa de peças boas passadas a diante no processo.

Conforme dados coletados durante a implementação do projeto, conforme tabela 1, é possível concluir que após a melhoria implementada nenhuma peça com defeito chegou nas operações seguintes do processo, todas as peças com falha de prensagem, com buchas defeituosas, ou até mesmo com a ausência de bucha, motivo qual originou este estudo, foram reprovadas pelo sistema de visão, possibilitando um retrabalho na peça quando possível, ou gerando scrap.

Tabela 1 – Levantamento de defeitos na bucha passados a diante.

<b>Levantamento de defeitos na bucha passados a diante</b>						
Antes da melhoria	Data	11/07/2022	12/07/2022	13/07/2022	14/07/2022	15/07/2022
	Quantidade detectada	6	8	5	10	7
Após a melhoria	Data	22/08/2022	23/08/2022	24/08/2022	25/08/2022	26/08/2022
	Quantidade detectada	0	0	0	0	0

Sendo assim, comprova-se que a implementação de um sistema de verificação automático é altamente eficaz na detecção de falhas durante o processo, economizando ao não ser necessário utilizar mão de obra humana para realização da tarefa, impedindo falhas de detecção por ela, otimizando o processo, tendo uma taxa de sucesso de 100%, possibilitando uma análise profunda em relação aos dados obtidos pelo sistema de visão e reduzindo custos de retrabalho.

## **5 CONCLUSÕES E PROPOSTA DE MELHORIA FUTURA**

Na execução deste projeto foi utilizado um estudo de caso, analisando dados coletados da linha de submontagem, antes e após a melhoria proposta, provando que houve um ganho na qualidade do produto final e otimização no processo.

Com este trabalho pode-se concluir que a automação industrial é um item de extrema importância para as indústrias nos dias atuais, tendo várias possibilidades de uso, sendo o tema responsável pela melhoria implementada na Linha de Submontagem da Tampa do Câmbio na empresa do ramo automotivo, que consistiu em um sistema de visão implementado em uma etapa do processo para verificação da correta prensagem da bucha na carcaça.

Este sistema de visão pode servir para verificar outras etapas do processo, como a prensagem do pino elástico na alavanca, que por vezes também gera retrabalho ao ficar mais alto na peça.

## 6 BIBLIOGRAFIA

FUENTES, Rodrigo; BELTRAME, Rafael. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL UNIDADE 1 – INTRODUÇÃO**. Disponível em: < [http://coral.ufsm.br/gepocufsm/arquivos/diversos/CTISM/Aula01\\_Introducao.pdf](http://coral.ufsm.br/gepocufsm/arquivos/diversos/CTISM/Aula01_Introducao.pdf) >. Acesso em 19 de novembro de 2022.

LAMB, Frank. **AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NA PRÁTICA EIXO CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS**. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=X5XzCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=para+que+serve+a+automa%C3%A7%C3%A3o+industrial&ots=Z6TufiVSmh&sig=YvwNZbiYfWJCjPhIaw2d5VX6wzI#v=onepage&q=para%20que%20serve%20a%20automa%C3%A7%C3%A3o%20industrial&f=false>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

COGNEX. **IN-SIGHT 5000 SERIES VISION SYSTEM REFERENCE GUIDE**. Revisão 2022.

COGNEX. **PRODUTOS COGNEX**. Disponível em: < <https://www.cognex.com/pt-br/products/machine-vision/vision-tools/ai-tools> >. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

PETRUZELLA, Frank D. **CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS**. Disponível em: < [https://www.google.com.br/books/edition/Controladores\\_L%C3%B3gicos\\_Program%C3%A1veis\\_4ed/hIo6AgAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1](https://www.google.com.br/books/edition/Controladores_L%C3%B3gicos_Program%C3%A1veis_4ed/hIo6AgAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1) >. Acesso em 19 de novembro de 2022.

SILVA, Marcelo. **CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMÁVEIS – LADDER**. Disponível em: < <http://groupmaxi.com.br/parker/produtos-omrom-plc.pdf> >. Acesso em 19 de novembro de 2022.