

# PROTÓTIPO DE ESTEIRA TRANSPORTADORA COM BRAÇO MANIPULADOR DE PEÇA CONTROLADA VIA CLP A FIM DE APLICAR CONCEITOS EM ELETROMECAÂNICA

## CONVEYOR BELT PROTOTYPE WITH PART CONTROLLED PART MANIPULATOR ARM IN ORDER TO APPLY CONCEPTS IN ELECTROMECHANICALS

Berto Jean da Silva Bezerra Junior<sup>1</sup>  
Emerson Diogo Diaz Queiroz<sup>2</sup>  
André Nascimento da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdade Internacional da Paraíba - FPB

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdade Internacional da Paraíba - FPB

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia Elétrica e Computação - FPB

### Resumo

*Observa-se, nos últimos tempos, que diretores dos maiores grupos empresariais do Brasil fazem constantemente perguntas como solucionar o transporte de peças, aumentar a produção e agilizar no processo de separação de produtos. Assim, diante dessas questões, surgiu o presente estudo que se trata de um projeto cujo objetivo é o de desenvolver uma esteira transportadora com braço manipulador de peça controlada via Controlador Lógico Programável (CLP). Quanto à metodologia utilizada, primeiro, fez-se uma pesquisa bibliográfica e depois foi realizada uma pesquisa aplicada, na qual, para a elaboração do protótipo, foi feita uma listagem de equipamentos elétricos e descrição de como elaborar sua estrutura. Realizou-se também uma análise detalhada da produção de algumas empresas, nas quais se verificou que, mesmo após os avanços da automação no Brasil, ainda existe uma falta de conhecimento considerável por parte dos gestores sobre a aplicação e conseqüentemente o não uso da automação. Concluiu-se que, há vários benefícios com a aplicação da automação na produção industrial, como a implementação da esteira desenvolvida neste trabalho. Entendeu-se, portanto, que a automação não surgiu com a finalidade de extinguir a mão de obra humana e sim melhorar os processos industriais e a criação de uma esteira diferenciada proporcionará mais produtividade para a indústria, especificamente de produtos descartáveis.*

**Palavras-chave:** Automação. Indústria. Esteira transportadora. Controlador Lógico Programável.

### Abstract

*It is observed, in recent times, that directors of Brazil's largest business groups are constantly questions how to troubleshoot transport of parts, increase production and streamline the process of separation of products. So, on these questions, the present study is a project whose goal is to develop a conveyor with arm part handler controlled via Programmable Logical Controller (PLC). As for the methodology used here, first, a literature search and then a applied research in which, for the preparation of the prototype was made a listing of electrical equipment and description of how elaborate your structure. Conducted a detailed analysis of the production of some companies, in which it was found that, even after the automation advances in Brazil, there is still a considerable lack of knowledge on the part of managers about the application and therefore not use of automation. It was concluded that there are several benefits with the implementation of automation in industrial production, as the implementation of the treadmill developed in this work. It was, therefore, not Automation arose in order to extinguish the human labor and Yes improve industrial processes and the creation of a differentiated mat will provide more productivity for industry, specifically products disposable.*

**Keywords:** Automation. Industry. Conveyor. Programmable Logic Controller.

## 1. INTRODUÇÃO

Projetar é antecipar a construção das formas no mundo material. Afim de que o projeto seja pensado, e sua base intelectual seja transmitida para todos os participantes do processo, é necessário representar as ideias, bem como correlacioná-las nos aspectos técnico e econômico. Conseqüentemente, o engenheiro

deve materializar conceitos em representações para desencadear as consequências das várias possibilidades e implicações que surgem durante o processo de projeto.

Os projetos em âmbito industrial por sua vez demandam considerável atenção por terem relação íntima com os processos de produção e lucros do cliente. As Indústrias necessitam de sugestões confiáveis para otimização de procedimentos e soluções de problemas que podem afetar a viabilidade de seus negócios. Dispor de um olhar crítico para projetos industriais é essencial para entender sua real importância e o impacto que eles podem causar.

A inspiração inicial deste trabalho surge a partir da análise de processos industriais de manipulação de produtos, mais especificamente em processos onde há ação manual de operadores. A implementação da ação manual de um operador pode ser facilmente aplicada em processos industriais, porém, podem demandar mais tempo de execução, gerar imprecisão, além de possíveis desconfortos físicos ao operador encarregado de executar determinada atividade repetidas vezes. Assim a readequação dos mecanismos de produção pode ser uma boa ideia para este tipo de cenário.

Implementando dispositivos eletroeletrônicos como: Inversores de frequência, motores de indução elétricos, dispositivos pneumáticos, sensores. Propõe-se assim apresentar um modelo de transição de processos de produção industrial manual para automático. O documento também apresenta as etapas da construção de um protótipo de aplicação simples a fim de fomentar o entendimento acerca das principais etapas de um projeto inserido em tal cenário.

O protótipo citado trata-se de uma esteira transportadora com braço manipulador de peça, esta é controlada por um Controlador Lógico Programável (CLP), combinado com sensores indutivos, sensores ópticos, válvula direcional de 5/2 vias, inversor de frequência e motor de indução trifásico.

Observa-se que tal transição demanda um investimento inicial, devido a compra dos componentes elétricos, mecânicos e pneumáticos, mas a médio e longo prazo trará economia para a indústria, devido a redução de custos com operador. Tal conclusão coloca tal análise como interessante para casos em que há ação manual por parte de operadores no manuseio de peças em linhas de produção.

## **2. OBJETIVO GERAL**

As análises propostas neste documento visam, de forma geral, pretende apresentar um modelo de transição de processos de produção industrial manual para automático, desenvolver um protótipo de uma esteira transportadora com braço manipulador mecânico separador de peças automatizadas e controladas via CLP, e aperfeiçoar as teorias e práticas de conceitos eletromecânicos do projetista, bem como familiarizá-lo com procedimentos de projeto relacionados ao protótipo a ser criado. Diante do projeto, foram listados alguns objetivos específicos para facilitar o desenvolvimento e a análise do mesmo, podendo ser destacados:

- Analisar as necessidades para o uso do protótipo;
- Apresentar como ocorre o processo de funcionamento do braço manipulador, baseando-se nas informações dos sensores;
- Expor o funcionamento dos elementos utilizados;
- Identificar viabilidade do modelo.

## **3. METODOLOGIA**

Numa indústria devido a larga escala de produção de materiais, há uma grande demanda de atividades, uma delas é o transporte de materiais de um determinado local para outro. Enxerga-se também que pelo fato de a indústria funcionar 24 horas por dia, todos os dias na semana, e ser dividida em 3 turnos: manhã, tarde e noite, é

necessário uma mão-de-obra humana para executar essa atividade. Mecanismos automáticos tendem a otimizar tarefas, promovendo assim melhor eficiência na produção como um todo.

O protótipo proposto se insere nesse contexto, reduzindo assim a intervenção humana na execução do processo, em que a esteira levará a peça de um determinado local para o outro e ao final do percurso, um braço manipulador irá retirar a peça da esteira e colocá-la em outro local de forma totalmente autônoma, demandando assim um menor tempo e maior precisão na execução da atividade.

Além dos benefícios citados, a o protótipo traria uma redução de custo a médio e longo prazo, embora houvesse um custo inicial para a implementação.

### 3.1 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DO PROJETO

Diante do desenvolvimento da estrutura do protótipo, foram utilizados diversos materiais e peças para a confecção da esteira, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 - Materiais utilizados na confecção da esteira**

Item	Material	Especificação	Qtde	Valor total
1	Perfil de aço	Viga U 4"	2 mts	R\$ 224,00
2	Metalon	25x25mm	12 mts	R\$ 145,00
3	Chapa de ferro	8x200x260mm	2 mts	R\$ 400,00
4	Tarugo de nylon	90x300mm	1 un	R\$ 304,00
5	Barra de alumínio	10x100mm	2 mts	R\$ 103,50
6	Tarugo de ferro	50x100mm	1 un	R\$ 146,00
7	Parafuso Allen	M12x35mm	8 un	R\$ 12,57
8	Parafuso Allen	M6x45mm	2 un	R\$ 5,74
9	Parafuso Allen	M6x30mm	4 un	R\$ 2,70
10	Parafuso Allen	M8x35mm	4 un	R\$ 3,24
11	Parafuso Allen	M4x45mm	4 un	R\$ 6,10
12	Parafuso Allen	M5x15mm	2 un	R\$ 6,05
13	Parafuso Allen	M5x40mm	2 un	R\$ 2,14
14	Parafuso Allen	M10x35mm	2 un	R\$ 4,40
15	Parafuso Allen	M4x15mm	3 un	R\$ 9,69
16	Parafuso Allen	M6x25mm	4 un	R\$ 2,08
17	Parafuso Allen	M8x30mm	10 un	R\$ 6,40

Fonte: Autoria própria

A fim de apresentar uma descrição básica de custos da esteira, também são previstos valores dos materiais especificados. A partir da Tabela 1, para os materiais apresentados, pode-se estimar um custo geral de R\$ 1.383,61.

#### 3.1.1 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Para implementar os mecanismos de controle, foi necessária a utilização de alguns componentes elétricos, eletrônicos e eletropneumáticos, responsáveis por definir o funcionamento do protótipo, Tabela 2.

**Tabela 2 – Elementos utilizados para implementação dos mecanismos de controle**

Item	Material	Especificação	Qtde	Valor total
1	Controlador Lógico Programável (CLP)	Controlador Logico Programavel CLP Weg CLIC02 24VCC 12HT	1 un	R\$ 1350,95
2	Inversor de Frequência	Inversor de Frequência Weg CFW300 Trifásico 1,5CV 220V 6A	2 un	R\$ 2561,00
3	Motor de Indução Trifásico	Motor Elétrico Trifásico 1,5CV Weg 220/380V 4P Blindado W22	2 un	R\$ 3721,18
4	Sensor Indutivo	Sensor Indutivo M18 Pnp 18mm 6-36 Vcc 24vdc.	2 un	R\$ 157,98
5	Sensor Óptico	Sensor Óptico Difuso NPN 1NAF M18 24Vcc 300mm 4 Fios Weg	2 un	R\$ 776,10
6	Cilindro Pneumático de Dupla Ação	Cilindro Pistão Pneumático Dupla Ação Iso Ø 32 X 300 Curso	1 un	R\$ 499,80
7	Válvula Direcional 5/2 Vias	Válvula Duplo Solenoide 5/2 Vias Rosca 1/2 Pneumática 220vca	1 un	R\$ 363,60

Fonte: Autoria própria

Também são previstos valores dos materiais especificados na Tabela 2, para os materiais apresentados, pode-se estimar um custo geral de R\$ 9.430,61 reais em dispositivos elétricos, eletrônicos e eletropneumáticos.

### **3.1.2 FUNCIONAMENTO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS NO PROJETO**

No funcionamento deste projeto, o CLP tem a finalidade de controlar as variáveis do processo através das suas entradas e saídas digitais, fazendo com que controle a partida e a parada da esteira, assim como, o controle e o posicionamento do braço manipulador mecânico.

O inversor de frequência através do controle Pulse Width Modulation (PWM) foi inserido no projeto para controlar a velocidade do motor da esteira e do giro do braço manipulador mecânico, suavizando na partida e parada dos motores que estão no sistema. Já os motores de indução trifásicos têm a finalidade de tracionar a esteira transportando a peça até seu destino final e girar o braço manipulador de peças.

Os sensores ópticos localizados no início da esteira têm a funcionalidade de indicar para o CLP através do sinal digital de Bit 0 ou 1 que há peça no início da esteira, o CLP através da lógica de programação processa a informação recebida pelo sensor óptico, que por sua vez, envia um sinal também digital para o inversor de frequência que irá acionar o motor transportando a peça até o final da esteira, chegando ao final dela, o segundo sensor óptico irá acionar a entrada do CLP, indicando a parada da esteira e fazendo o processo de remoção da peça através do braço manipulador

Os sensores indutivos irão funcionar da seguinte forma: o braço estará na posição inicial, o sensor indutivo será avisado através de um pino metálico emitindo um sinal de Bit 0 ou 1 para entrada digital do CLP, enquanto o outro sensor indutivo irá indicar que o braço chegou no ponto de parada para poder soltar a peça no recipiente.

A seguir, a Figura 1 mostra o fluxograma apresenta esse processo de forma mais clara.

Figura 1 - Fluxograma do funcionamento do projeto

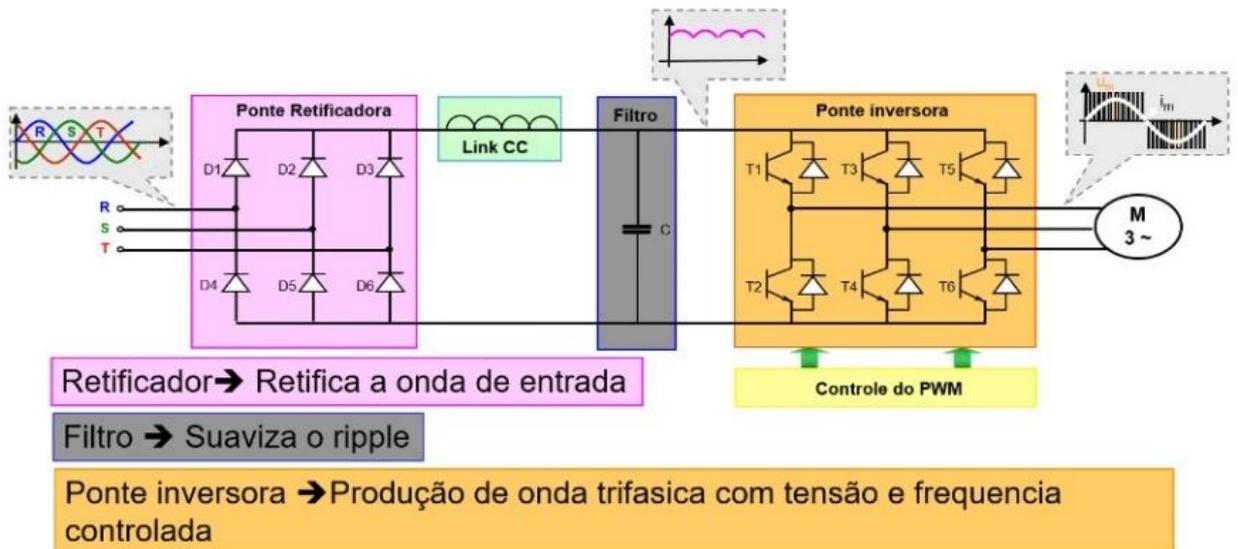


Fonte: Autoria própria

### 3.1.2.1 INVERSOR DE FREQUÊNCIA

Os inversores de frequência são dispositivos eletroeletrônicos cuja função é proporcionar um controle mais avançado nos motores, é uma das partidas mais utilizadas na indústria e apresenta inúmeros benefícios tanto ao motor como para a aplicação. Eles convertem um sinal senoidal de amplitude fixa em um sinal modulado por largura de pulso (PWM), possibilitando assim a variação da velocidade no motor.

Figura 2 - Circuito de potência do Inversor de Frequência



Fonte: Blog Schneider Eletric

O inversor de frequência possui muitos benefícios em relação à sua instalação, sendo eles: economia de energia, otimização do processo, baixo custo na manutenção, suavização de operações de máquinas, evita picos de corrente na

partida do motor, além da automatização e flexibilidade dos processos.

Devido a esses benefícios, o inversor de frequência possui uma série de diferentes aplicações nas mais variadas cadeias da indústria como, por exemplo, em uma fábrica de produtos alimentícios na qual há inversores aplicados em tarefas como controle de bombeamento de matéria-prima, controle de velocidade das esteiras de transporte e empacotamentos dos produtos.

### **3.1.2.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

O Controlador Lógico Programável, CLP é um dispositivo eletrônico com hardware e software que permite comandar aplicações industriais. Ou seja, é um produto similar a um computador onde se é possível inserir um comando para realizar atividades industriais específicas. Ele também pode ser conhecido como PLC, sigla em inglês para Programmable Logic Controller.

O controlador lógico programável é considerado um computador, pois ele contém CPU, memória, dispositivos de entrada e de saída. A CPU, através do processador, é responsável por processar a verificação do status da entrada e, com base na programação, executa a atualização dos status dos dispositivos da saída. Os módulos de saída que irão acionar as bobinas dos contactores, solenoides e relés, e assim como os sinais de entrada pode funcionar de maneira digital ou analógica, os cartões de saída também.

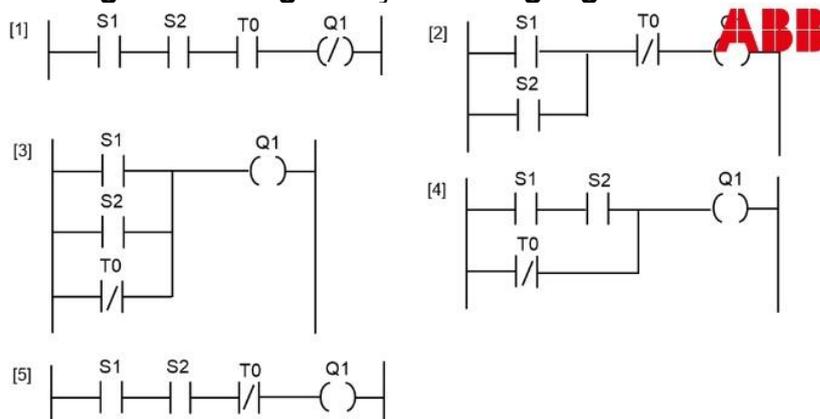
Destaca-se, então, algumas vantagens na utilização dos Controladores Lógicos Programáveis, que são:

- São programáveis, permitindo alterar os parâmetros de controle;
- Ocupam menor espaço;
- Apresentam maior confiabilidade;
- Oferecem maior flexibilidade;
- Permitem rapidez na elaboração do projeto;
- Reduz a fiação elétrica utilizada na instalação, barateando o custo;
- Possui uma infinidade de blocos prontos para o uso, evitando que o programador tenha que desenvolver algoritmos para funções como temporizar, contar e incrementar.

Segundo Georgini (2007), o CLP pode ser programado em cinco tipos de programação que são divididos em dois grupos, na programação gráfica estão relacionados à linguagem Ladder, ao diagrama de blocos e sequenciamentos gráficos de funções, já na programação textual, tem-se o texto estruturado e a lista de instruções.

A programação utilizada no projeto é linguagem Ladder, pelo fato de ser uma linguagem de fácil entendimento, pois foi a primeira linguagem destinada à programação de CLPs, estando presente em praticamente todos os controladores disponíveis no mercado. Na Figura 3, tem-se um exemplo de lógica feita utilizando a linguagem Ladder.

**Figura 3 - Programação na linguagem Ladder:**



Fonte: Loja br ABB.

### 3.1.2.3 MOTOR DE INDUÇÃO TRIFÁSICO

Os motores elétricos de indução trifásico são muito requisitados para serem implementados em grandes máquinas industriais. Esse tipo de motor é rotativo e funciona por meio de corrente elétrica alternada, assíncrona. Os motores elétricos de indução trifásico são constituídos por duas partes construtivas: o rotor e o estator.

- O rotor é tudo que gira em torno de seu próprio eixo, de forma a produzindo movimentos de rotação. Os rotores estão presentes em qualquer máquina rotativa, como turbinas e compressores por exemplo;
- Por outro lado, o estator é a parte de um motor ou gerador elétrico que se mantém fixa à carcaça de um motor e tem por função conduzir o fluxo magnético. Assim como nas bobinas, é formado no rotor um campo magnético capaz de induzir uma corrente elétrica.

### 3.1.2.4 SENSORES

O sensor é um dispositivo que tem a função de detectar e responder com eficiência algum estímulo. Existem vários tipos de sensores que respondem à estímulos diferentes como por exemplo: calor, pressão, movimento, luz e outros. Depois que o sensor recebe o estímulo, a sua função é emitir um sinal que seja capaz de ser convertido e interpretado pelos outros dispositivos.

Os sensores indutivos são sensores que detectam a presença de materiais condutores de energia elétrica de natureza metálica. Essa detecção é feita através da incidência de um campo eletromagnético oscilante sobre o espaço, quando um metal entra nesse campo, ele absorve parte do campo tornando-o mais fraco. Essa “perda de força” do campo é detectada pelo circuito eletrônico do sensor que o transforma em um sinal de saída, que dependendo do tipo pode ser a atuação de um contato NA ou NF para corrente alternada ou contínua, um transistor ou ainda um sinal variável de tensão ou de corrente (saída analógica).

**Figura 4 - Sensor Indutivo M18 Pnp 18mm 6-36 Vcc 24vdc.**



Fonte: Mercado Livre.

O Sensor Óptico ou fotoelétrico tem como princípio de funcionamento o uso da propagação da luz, este tipo de sensor é utilizado comumente para indexação de objetos ou para medições de distância em que um objeto se encontra em relação ao sensor. A luz emitida pelo sensor óptico pode ser dos seguintes tipos:

- Vermelha;
- Laser Vermelho;
- Infravermelho.

Cada tipo de luz é indicado para uma determinada aplicação, por exemplo, a luz VERMELHA é indicada para detecção de objetos opacos de médio e grande porte, como caixas de papelão e embalagens não metalizadas. Já a luz laser é utilizada para detecções mais precisas envolvendo objetos de pequeno porte, devido ao feixe de emissão da luz ser estreito e focalizado. Por último, a luz infravermelho é utilizada quando há a necessidade de se detectar objetos transparentes, como vidro, garrafas plásticas entre outros objetos.

### **3.1.3.5 CILINDRO PNEUMÁTICO DE DUPLA AÇÃO**

Um cilindro pneumático de dupla ação é um dispositivo usado para converter ar comprimido em um movimento e/ou força. Eles promovem movimento a sistemas de automação em máquinas e processos. O cilindro pneumático de dupla ação é uma opção relativamente mais simples e barata se comparada com os atuadores elétricos ou mesmo cilindros hidráulicos.

O cilindro pneumático é limpo e fácil de ser instalado e por isso ainda muito utilizado em uma grande variedade de aplicações em todo o tipo de indústria.

**Figura 5 - Cilindro Pistão Pneumático Dupla Ação Iso Ø 32 X 300 Curso**



Fonte: Mercado Livre.

### **3.1.3.6 VÁLVULA DIRECIONAL 5/2 VIAS**

A função das válvulas direcionais pneumáticas é de permitir, orientar ou

interromper um fluxo de ar. Por distribuir o ar aos elementos de trabalho, são conhecidas também como válvulas de distribuição.

Constituem os instrumentos de comando de um circuito. Também são utilizadas em tamanhos menores como emissoras ou receptoras de sinais para o comando das válvulas principais do sistema, e ainda em funções de tratamento de sinais.

**Figura 6 - Válvula Duplo Solenoide 5/2 Vias Rosca 1/2 Pneumática 220vca**



Fonte: Mercado Livre.

### 3.2 MONTAGEM DO PROTÓTIPO

Inicialmente foram visitados alguns depósitos de ferro velho para efetuar a compra dos materiais que serão utilizados na confecção da esteira.

Após aquisição dos materiais foi iniciada a montagem, a partir do processo de corte das cantoneiras tipo "U" de 4 polegadas e soldagem nos metalons 25x25mm.

Ao realizar o corte da chapa, passou pelo processo de soldagem, como mostra a Figura 7(a). Com as peças cortadas e soldadas no tamanho do projeto, foram feitos os furos de 12,5mm para poder passar o parafuso de fixação da base dos roletes conforme figura 7(b). Depois do processo de furação, foram realizados corte e solda na base do manipulador mecânico como mostrado na Figura 7(c). Após a estrutura pronta, foi realizada toda sua pintura como pode ser visto na figura 7(d).

**Figura 7 - Confecção estrutural da esteira: (a) Soldagem das peças, (b) Furação para fixação da base dos roletes, (c) Base do manipulador mecânico, (d) Estrutura pintada**



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Autoria própria

Depois de concluída a estrutura da esteira e a base do braço manipulador mecânico, foi iniciado o processo de confecção do braço manipulador. Nas Figuras 8(a) e 8(b), pode-se ver o início e o fim do processo de confecção, respectivamente. Após a confecção das peças do braço manipulador, observa-se ele já montado na Figura 12(f).

**Figura 8 - Confecção estrutural do braço manipulador: (a) esboço inicial, (b) peça pronta**



(a)



(b)

Fonte: Autoria própria

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Concluída a montagem do braço manipulador foi iniciada sua montagem na base que está fixada no final da esteira, como mostra a Figura 9.

**Figura 9 - Protótipo final**



Fonte: Autoria própria

A partir da montagem do protótipo até a finalização conforme observado anteriormente foi necessária uma mão-de-obra durante 7 dias para a confecção do estado inicial até o estado atual. Protótipo que teve um custo de R\$ 1.383,61 em materiais e peças, R\$ 9.430,61 em dispositivos elétricos, eletrônicos e electropneumáticos, e um custo de R\$ 1.185,78 de mão-de-obra para a confecção, totalizando um valor de R\$ 12.000,00.

Estima-se que o custo de um funcionário no cargo de auxiliar de produção (cargo que atenderia a demanda inicial) custe R\$ 2.150,00 para uma indústria. Levando em consideração que uma indústria possui 3 turnos, o custo total de aproximadamente R\$ 6.450,00/mês.

Conforme os dados apresentados, seria gerado um custo inicial que a medio prazo seria convertido em lucro através da redução de custos, além de implementar otimização da atividade.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Compreendendo o funcionamento do protótipo, identificou-se algumas melhorias que poderiam ser implementadas para a utilização deste protótipo numa indústria.

Foi verificado que o tamanho da esteira pode variar de acordo com a distância que será necessário fazer o carregamento do material e de acordo com a necessidade de implementação do protótipo tendo como observação principal o tipo de produto (que a indústria produz); Adequação do protótipo à NR12, pois, não possui dispositivos de segurança do operador; Substituição dos inversores de frequência e motores de indução trifásicos por servodrives e servos motores, onde nos dariam melhor precisão de posicionamento.

No entanto, o desenvolvimento deste projeto obteve resultados satisfatórios, pois foram alcançados todos os objetivos desejados desde o tema até a execução do projeto, proporcionando aprofundamento dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo do curso e, principalmente, conhecimentos práticos com a construção e montagem da esteira elaborada e desenvolvida neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

GEORGINI, Marcelo. Automação Aplicada: Descrição e Implementação de sistemas sequenciais com PLCs. 9ª edição, São Paulo: Érica, 2007.

BLOG SCHNEIDER ELETRIC, **O que é um inversor de frequência e como escolher a melhor opção**. Disponível em: <<https://blog.se.com/br/automacao-industrial/2020/10/22/o-que-e-um-inversor-de-frequencia-e-como-escolher-a-melhor-opcao/>>. Acesso em 12 jun. 2023.

ALTUS, **O que é CLP e quando utilizá-lo**. Disponível em: <<https://www.altus.com.br/post/400/o-que-e-clp-e-quando-utiliza-lo-3f>>. Acesso em 12 jun. 2023.

MUNDO DA ELÉTRICA, **O que é CLP e para que serve**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-clp-para-que-serve/>>. Acesso em 12 jun. 2023.

LOJA ABB, **Linguagem ladder principais funcionamentos**. Disponível em: <<https://loja.br.abb.com/blog/post/linguagem-ladder-principais-fundamentos>>. Acesso em 12 jun. 2023.

ELETROVAL, **Motores elétricos de indução trifásicos**. Disponível em: <<https://www.eletovalmotores.com.br/motores-eletricos-inducao-trifasico>>. Acesso em 12 jun. 2023.

MUNDO DA ELÉTRICA, **Motor trifásico como funciona e qual sua aplicação**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/motor-trifasico-como-funciona-e-qual-sua-aplicacao/>>. Acesso em 12 jun. 2023.

MUNDO DA ELÉTRICA, **O que são sensores e quais as suas aplicações**. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-sensores-e-quais-as-suas-aplicacoes/>>. Acesso em 12 jun. 2023.

DIGEL ELÉTRICA LTDA, **O que é um sensor indutivo**. Disponível em: <<https://www.digel.com.br/artigos/9/-o-que-e-um-sensor-indutivo#:~:text=Os%20sensores%20indutivos%20s%C3%A3o%20sensores,campo%20tornando%20Do%20mais%20fraco.>>. Acesso em 12 jun. 2023.

MTI BRASIL, **Cilindro pneumático de dupla ação**. Disponível em: <<https://www.mtibrasil.com.br/artigos/cilindro-pneumatico-dupla-acao.php>>. Acesso em 12 jun. 2023.