

**CENTRO PAULA SOUZA**  
**ETEC PROFESSOR ALFREDO DE BARROS SANTOS**  
**ELETROMECAÂNICA**

**Everson Renato**

**Ismael Mendes**

**Juliano Baptista**

**Lucas Aguiar**

**BRAÇO ARTICULADO RETROESCAVADEIRA**  
**(ELETROPNEUMÁTICO)**

**GUARATINGUETA-SP**

**2023**

## RESUMO

A característica deste projeto é a sua praticidade para aplicações industriais, seu principal objetivo é reduzir o excesso de trabalho físico e desgaste humano, além de realizar movimentos laterais por compressão e uso de atuadores. O tema escolhido para a realização deste trabalho deve-se à estimativa do crescimento da indústria de fabricação de automação pneumática. Em geral, o projeto realizou análises de literatura, estudos de caso de aplicações em processos semelhantes, métodos e referências padrão para aplicações de manipuladores pneumático. Portanto, da mesma forma, utilizamos o suporte prático na plataforma de treinamento pneumático "festo", disponível na Etec. Profº Alfredo de Barros Santos. Esta é a nossa pesquisa. O resultado obtido é a criação de uma operação de retroescavadeira articulada (Eletropneumática) projetada para operar nos locais citados para aumentar a atratividade do local, que é diferente para cada empresa, pois esta máquina terá contribuindo para o acesso oportuno e a saúde e longevidade de cada colaborador, o projeto é viável para a empresa e prova que vai reduzir o pagamento de horas extras.

## **INTRODUÇÃO**

Neste trabalho será apresentado um projeto sobre um braço retroescavadeira eletropneumático. Visando melhoria no ambiente de trabalho, a criação é de muita importância para que haja modificações e facilidades na vida do colaborador.

Quanto a esforços, perda de tempo, qualidade, agilidade, elaboramos toda uma estrutura para que se ganhe em ambas as partes, ou seja, no trabalho e na vida do ser humano que executará tal função.

Por isso este projeto relatará detalhadamente como esta máquina poderá auxiliar nas indústrias, gerando todo benefício possível.

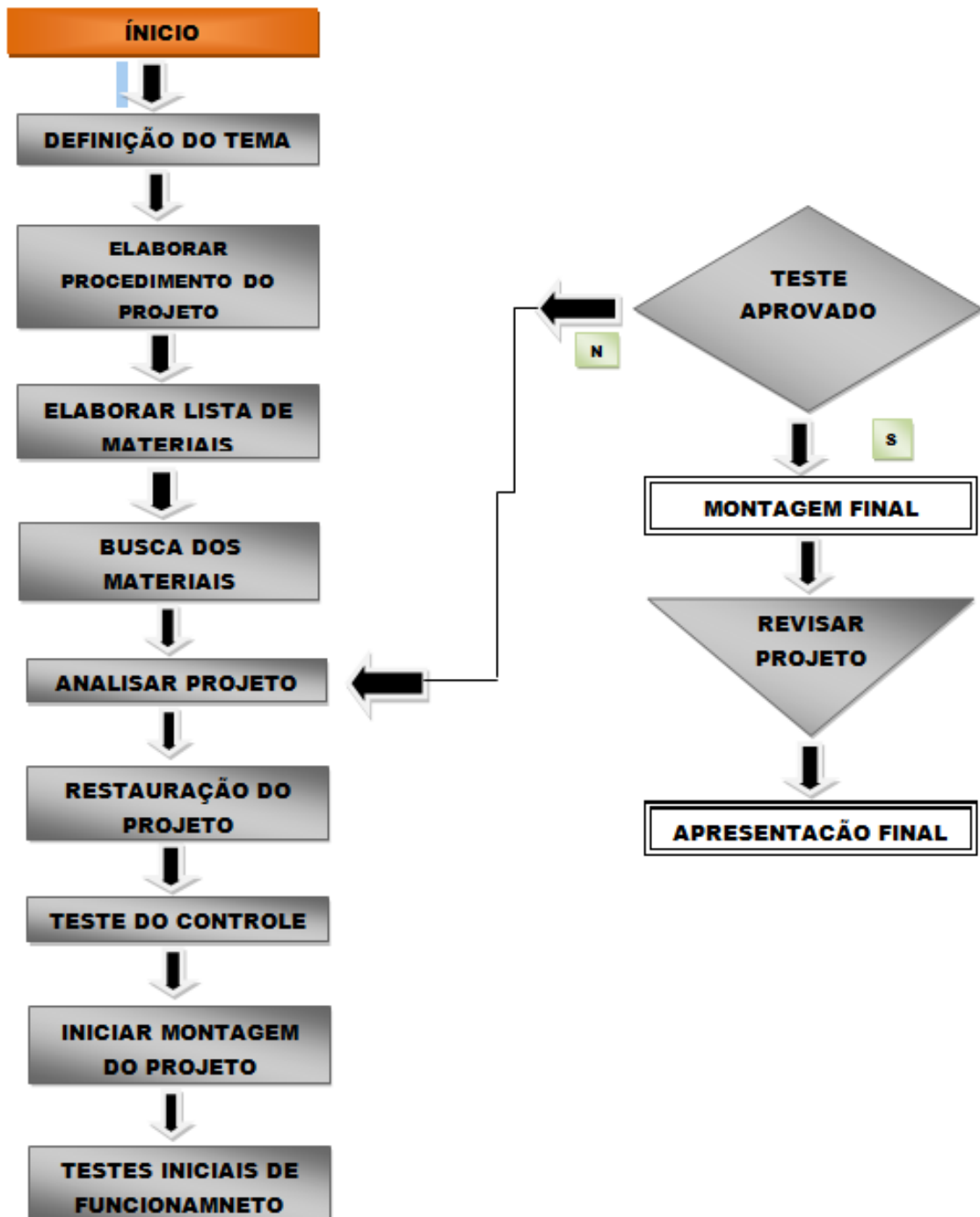
## **OBJETIVO**

Construir e desenvolver um projeto de braço articulado eletropneumático, provando assim que a mecânica do projeto pode reduzir resistência, lesões e acelerar o ganho de tempo. Auxiliando o colaborador de maneira flexível sempre pensando em sua segurança, ergonomia, e não prejudicando o meio ambiente

## **METODOLOGIA**

Foi projetado um braço retroescavadeira eletropneumático para que se possa mostrar a agilidade, condições melhores para trabalhar, entre outros aspectos. Para isso concretizamos a idéia, e desenvolvemos os cálculos, pesquisas que foram necessárias, busca por materiais, melhorias na máquina, assim podendo colocar em prática.

## FLUXOGRAMA DO TRABALHO



FONTE: Própria autoria

## DESENVOLVIMENTO

### 2.1. NR 17 - ERGONOMIA

A ergonomia também é conhecida como o estudo da relação entre ser humano e seu ambiente de trabalho. Podemos dizer que a ergonomia no trabalho proporciona aos indivíduos conforto e meios adequados de prevenção de acidentes e lesões por esforços repetitivos, que ao longo do tempo podem acarretar diversos perigos e males que prejudicam a saúde.

Ela interfere amplamente no projeto do posto de trabalho, do instrumento e máquina do sistema de produção. Deslocar, levantar e transportar cargas, define-se como sendo os movimentos e esforços despendidos por uma ou mais pessoas, objetivando movimentar cargas dos mais diversos tipos, formas ou tamanhos, pelo processo manual.

Dentro da NR17 existe uma quantidade individual de carga, sendo na idade acima de 20 anos, homem: 40kg e mulher: 20kg. Existe alguns riscos que podem acabar prejudicando a vida do colaborador, assim como, esforço físico intenso, levantamento e transporte de peso, postura inadequada, ritmos excessivos.

**Figura 1: Maneira correta de manusear e transportar peso**



FONTE: Bombeiro Militar – Ricardo Henrique

## ESPECIFICAÇÃO DO ESQUEMA PNEUMÁTICO

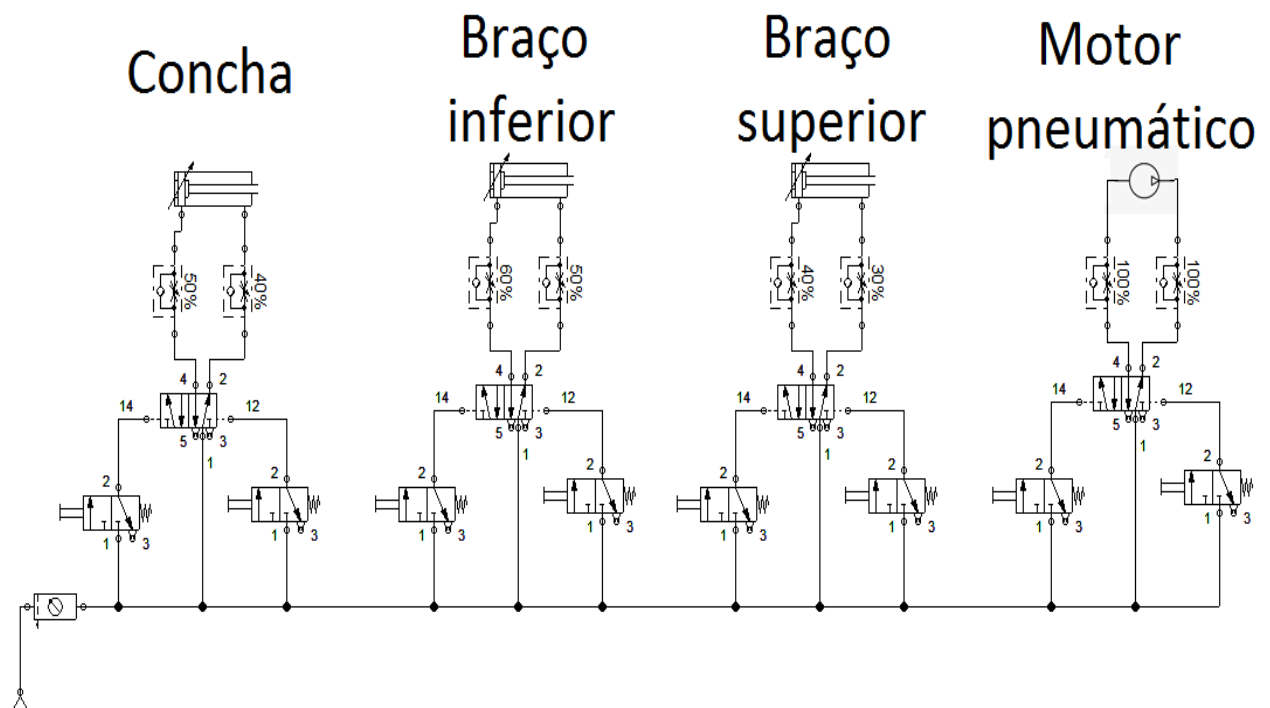
Dentro do sistema pneumático existe uma série de componentes interligados que utilizam ar comprimido para a realização de movimentos em equipamentos automatizados.

Toda potência do sistema é adquirida do ar comprimido, sendo assim o compressor como componente essencial para sua execução. Geralmente esse ar, ele é filtrado e seco para proteger os cilindros que ali estão trabalhando.

Suas vantagens são a alta eficiência, durabilidade, confiabilidade, segurança, fácil seleção de velocidade e pressão, sustentável, pouca manutenção. Todas essas medidas, geram menos custo para empresa que passa a adotar este meio de trabalhar. E sua maior desvantagem é a poluição sonora, podendo ser resolvida com silenciadores em suas aberturas de escape.

Portanto neste projeto, e por estas informações citadas acima, foi escolhido este sistema que foi de grande utilidade e agilidade.

**Figura 2. Sistema pneumática utilizado no braço retroescavadeira**



FONTE: Própria autoria

## COMPRESSOR DE AR

O compressor de ar é um equipamento que produz energia pneumática, ou seja, a energia obtida do ar comprimido. Isso se dá porque o compressor recebe energia elétrica ou de combustíveis como o diesel para gerar energia mecânica. Essa energia do movimento é utilizada para comprimir o ar, utilizando pressão.

**Figura 3. Compressor de ar**



FONTE: [www.ferramentaskennedy.com.br/blog](http://www.ferramentaskennedy.com.br/blog)

## CILINDRO DE DUPLA AÇÃO

Um cilindro de dupla ação é um dispositivo usado para converter ar comprimido em movimento e/ou força. Eles facilitam o desenvolvimento de sistemas automatizados em máquinas e processos. Cilindros de dupla ação são uma opção relativamente simples e barata em comparação com atuadores elétricos ou mesmo cilindros hidráulicos.

**Figura 4. Cilindro de dupla ação**



#### **Figura 4. Cilindro de dupla ação**

FONTE: [www.rigelpneumaticos.com.br](http://www.rigelpneumaticos.com.br)

### **VÁLVULAS PNEUMÁTICAS**

As válvulas pneumáticas são componentes de circuitos pneumáticos projetados para controlar e manipular o fluxo de ar comprimido (direção, pressão e/ou fluxo do ar). Pode ser controle direcional, regulador de vazão, regulador de pressão e bloqueio.



**Figura 5. Válvula 5/2 vias**



FONTE: [www.festo-didactic.com/br-pt](http://www.festo-didactic.com/br-pt)

### **Válvula reguladora**

Como parte de um circuito pneumático, uma função de válvulas de controle de fluxo é reduzir a taxa de fluxo ou pressão em uma seção específica, o que resulta em uma velocidade mais lenta do atuador.



FONTE: [www.festo-didactic.com/br-pt/bancadas-de-treinamento/pneumatica/](http://www.festo-didactic.com/br-pt/bancadas-de-treinamento/pneumatica/)

## **Válvula com botão**

Tem como método de disparo um botão do tipo travamento liga/desliga que funciona como um interruptor, ou seja, quando seu botão frontal for pressionado, o equipamento acoplado à botoeira irá entrar em funcionamento ou deixar de funcionar, dependendo do tipo de ligação realizada.

## **Válvula com botão**



FONTE: [www.mtibrasil.com.br/Produ/valvula-pneumatica-botao.php](http://www.mtibrasil.com.br/Produ/valvula-pneumatica-botao.php)

## **CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL**

Para descartar objetos pesados ou grandes que não podem ser operados por humanos, inventaram muitos equipamentos mecânicos. Os operadores desses dispositivos ainda são pessoas. Quando o humano controla o equipamento, a máquina deve emitir instruções ao equipamento mecânico, sendo assim o dispositivo que envia as instruções é o Controlador lógico programável (CLP)

Tendo como objetivo receber e enviar sinais em forma de comando para que cada atividade seja realizada.

## **PROJETO**

A ideia surgiu no grupo e ficou decidido que faríamos algo para melhorar a atuação do colaborador dentro da empresa. O assunto mais citado foi sobre a ergonomia, a saúde do colaborador, evitando acidentes, doenças ergonômicas e manuseio de produtos de forma incorreta e excessiva.

A partir disto, começamos a criar situações, e trouxemos para a realidade dentro das empresas que trabalhamos, citamos problemas diários. Após todo o conceito discutido, resolvemos procurar sobre tema que trataríamos, no entanto que escolhemos o braço retroescavadeira.

Logo em seguida, as idéias foram para o papel, toda a parte de desenho para vermos como ficaria, e toda modificação que poderíamos fazer naquele momento. Um longo período de modificações, concretizamos o conteúdo e colocamos tudo em prática na oficina.

A lista de materiais foi criada com a ajuda de nossos orientadores, assim tendo como objetivo conseguir tudo para começar a concretizar o projeto

Na oficina mecânica da escola Etec Prof<sup>o</sup>. Alfredo de Barros Santos, realizamos todos procedimentos necessário para dar forma ao projeto, assim como, usinagem, torno e soldagem. Em seguida, foram feitos alguns ajustes para que as medidas, tivesse um tamanho adequado considerando ter espaço o suficiente, a fim de possível fazer todas as movimentações desejada.

O primeiro ponto a especificar é o distanciamento da concha com a mesa, para que haja a rotação em 180°, e os movimentos que nela necessitam para fazer seu devido trabalho, a qual foi programada.

Depois de calculada todas as medidas, e de feito todos os cortes necessários para montar a máquina podemos seguir com o procedimento, agora o de encaixe da mesa com o braço da retroescavadeira e seus componentes de funcionamento.

Na mesa foi adaptada um espaço para que haja o encaixe do Controlador Lógico Programável (CLP), também terá um suporte para que haja a rotação do braço.

Após todos estes detalhes poderá ser montada e fixada todas as partes com os parafusos, ou seja, as chapas que compõem o braço, e a concha. Podendo assim fazer a montagem de toda a parte eletropneumáticas que irá compor o projeto.

## CÁLCULO

### Volume do avanço

$$V=A \cdot h$$

$$\text{Diâmetro } 20\text{mm} = 2\text{cm}$$

$$L \text{ } 120\text{mm} = 12\text{cm}$$

$$A = \pi \cdot D^2/4$$

$$A = 3,14 \cdot 2^2 / 4$$

$$A = 3,14 \text{ cm}$$

$$V = 38\text{cm}^3$$

### Retorno

$$\varnothing \text{ Haste} = 10\text{mm} = 1\text{cm}$$

$$A = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$A \text{ haste} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A = 3,14 \cdot 1^2 / 4$$

$$A \text{ haste} = 0,785$$

$$A = 3,14 - 0,785$$

$$V = 2,355 \cdot 12$$

$$V = 28,26$$

$$P = F/A$$

$$F = A \cdot p$$

$$F_{av} = 3,14 \cdot 4$$

$$F_{av} = 12,56 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$Fr = 2,355 \cdot 4$$

$$Fr = 9,42 \text{ Kgf/cm}$$

## **PARTE MECÂNICA**

### **2.2. INSTALAÇÃO:**

Optamos por montar um sistema eletropneumático, aonde não teríamos tanto custo e de fácil montagem e manuseio.

Após todo o processo de montagem da máquina, começamos a instalar o sistema eletropneumático, usando três cilindros de dupla ação, mangueiras pneumáticas para ligação com o controle, parafusos para fixar os mesmos, e um compressor para dar funcionamento a máquina.

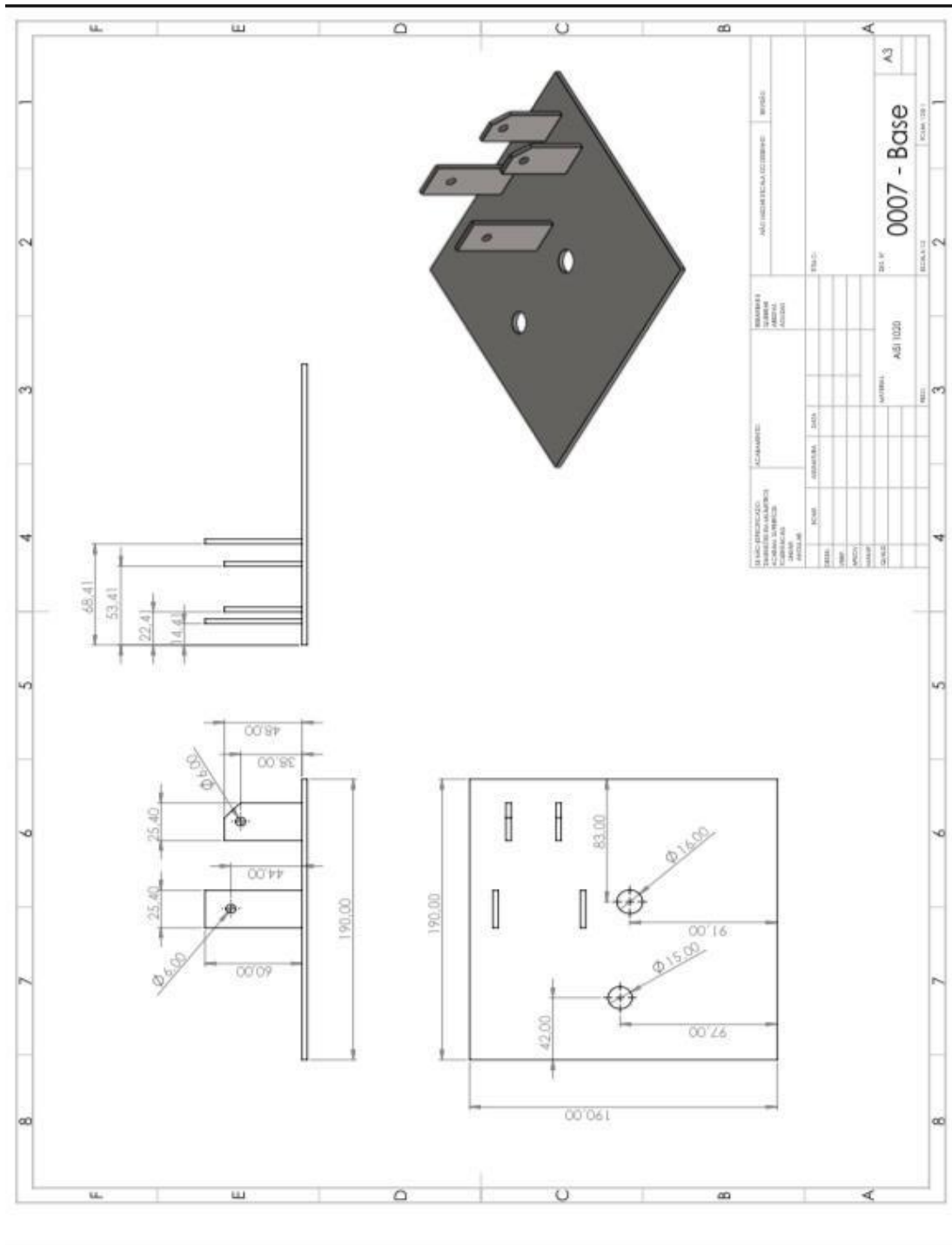
Os cilindros foram colocados entres as chapas do braço, sendo fixadas com tubos de nylon que usinamos no torno, e parafusos para melhor fixação possível.

O próximo passo, é conectar todas as mangueiras pneumáticas tanto no cilindro, quanto no controle, sendo em suas posições corretas.

Usaremos um compressor para que o ar comprimido passe pelo controle e chegue até os cilindros dando movimento no braço e na concha. Os movimentos do braço serão: para cima, para baixo e giro de 180° e a concha também para cima e para baixo.



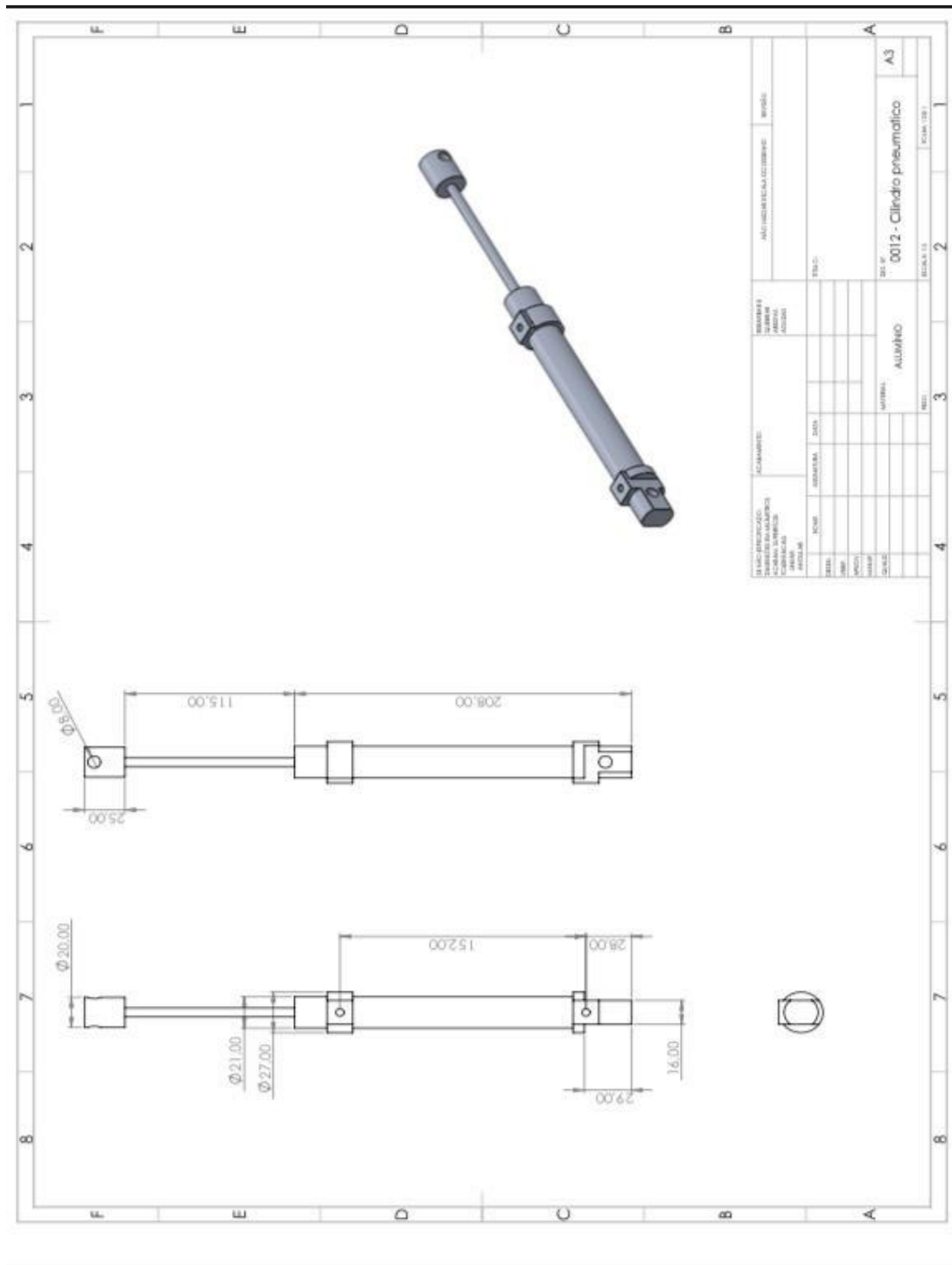




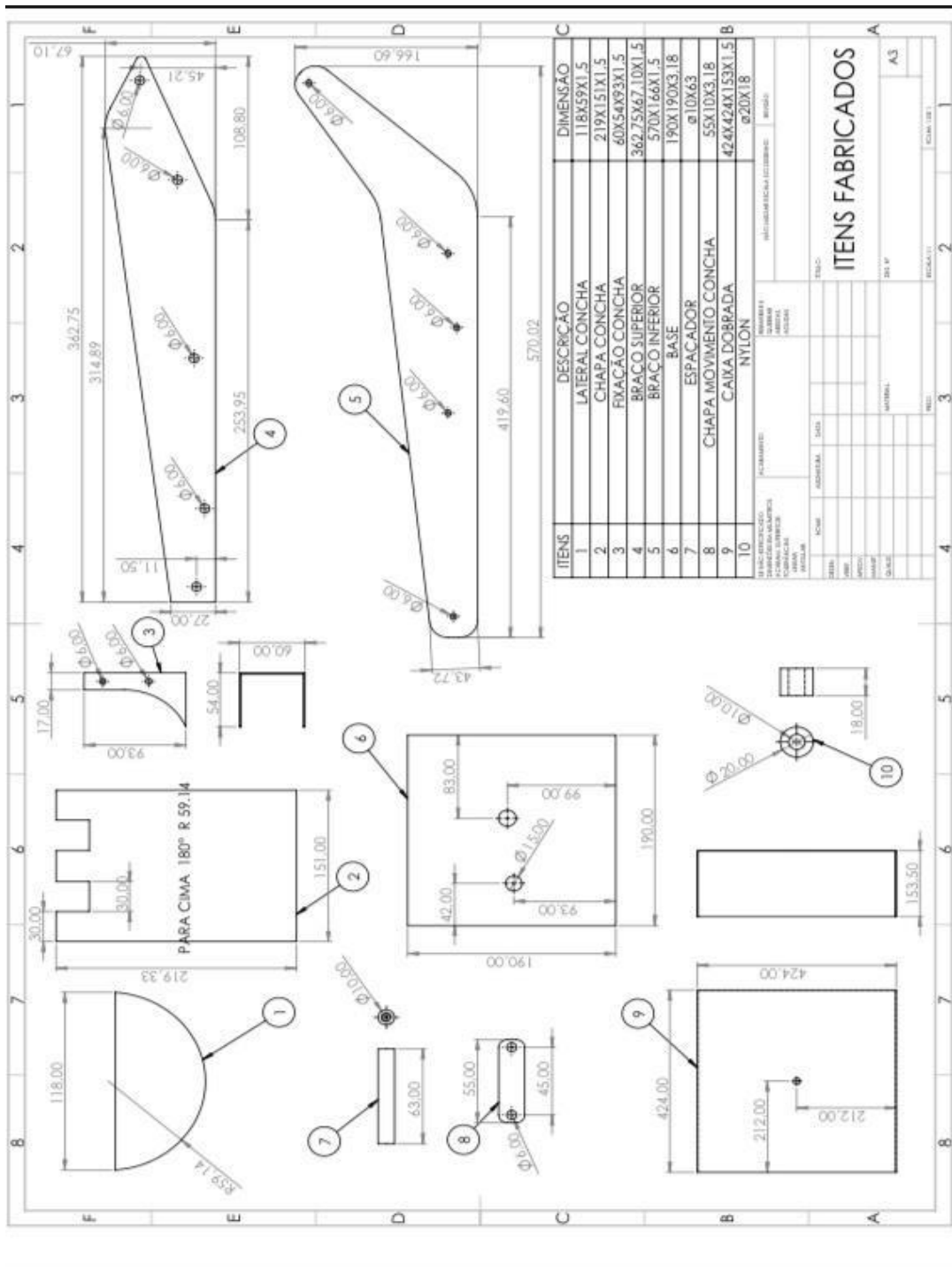
FONTE: Própria autoria.







FONTE: Própria autoria.




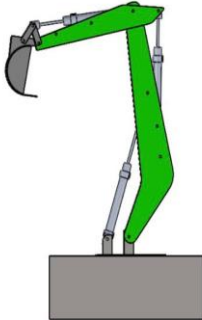
FONTE: Própria autoria.









3	Junção da lança no braço		Chave de boca	Paquímetro		
4	Junção da caçamba no braço		Chave de boca	Paquímetro		



## LISTA DE MATERIAIS

Especificações de todos os materiais que utilizamos:

Materiais	Quantidade	Valor	Custos
Chapa de 1,5mm	5	R\$ 200,00	R\$ 0,00
Parafuso M4	8	R\$ 1,15	R\$ 0,00
Parafuso M6	4	R\$ 1,30	R\$ 0,00
Arruela lisa	20	R\$ 0,15	R\$ 0,00
Mangueiras pneumáticas (metro)	4	R\$ 6,00	R\$ 0,00
Controlador lógico Programável (CLP)	1	R\$ 600,00	R\$ 0,00
Espaçador de Nylon	6	R\$ 0,90	R\$ 0,00
Válvula 5/2vias	1	R\$ 90,00	R\$ 0,00
Válvula com botão	4	R\$ 100	R\$ 0,00
Organizador de fio	1	R\$ 20,00	R\$ 0,00
Arruela emborrachada	1	R\$ 2,20	R\$ 0,00
Válvula reguladora	4	R\$ 400,00	R\$ 0,00
Porca M12	2	R\$ 1,90	R\$ 0,00
Tampões ¼	3	R\$ 8,30	R\$ 24,90
Total:		R\$ 1.431,90	R\$ 24,90

Fonte: Própria autoria.

## CRONOGRAMA

Cronograma de Planejamento de Desenvolvimento													
Atividades / Semanas	Ann												Matriz de Responsabilidade
	jul. 21						jun. 22						
	jul/21	ago/21	set/21	out/21	nov/21	dez/21	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	maio/22	jun/22	
Apresentação do Cronograma de Atividades.													Grupo
Natureza do Trabalho Acadêmico, Relatório / Apresentação Oral de Trabalhos Acadêmicos / Pesquisa / Pesquisa Bibliográfica.													Pamela
Projeto em SolidWorks													Wallison
Desenvolvimento teórico													Eduardo, Nicolas e Pamela
Prévia do TCC													Grupo
Dimensionamento													Wallison
Pesquisa e Aquisição de materiais													Lucas, Tates e Wallison
Desenvolvimento prático													Grupo
Entrega para correção do TCC													Pamela
Apresentação Final													Grupo

FONTE: Própria autoria.

## **FICHA DE MANUTENÇÃO**

### **TROCA DA CAÇAMBA**

A caçamba é conectada ao braço e à articulação da caçamba com parafusos M6. Para trocar caçambas, remova os anéis de pressão e as arruelas de um lado dos parafusos, deslize os pinos para fora e, em seguida, remova a caçamba antiga. Posicione a nova caçamba no local correto. Instale os parafusos e fixe-os com anéis de pressão e arruelas de encosto. Lubrifique as duas graxeiros dos parafusos antes de operar.

### **MANUTENÇÃO DO CILINDRO**

Ao trabalhar com cilindros, a área de trabalho e as ferramentas devem estar limpas, sem poeira, para evitar a contaminação do sistema e danos aos cilindros pneumáticos. Sempre proteja a parte ativa da haste do cilindro. Pequenos cortes ou arranhões na superfície da haste pode resultar em falha do cilindro. Limpe todas as peças completamente com um solvente de limpeza antes da remontagem.

A primeira dica na manutenção pneumática, e uma das mais importantes, é garantir que o sistema esteja completamente desligado, sem pressão de ar.

Os cilindros podem se movimentar causando acidentes e danos ao equipamento, as mangueiras pressurizadas e não conectadas podem causar um efeito chicote e também causar danos.

Prestar muita atenção no barulho de vazamentos de ar. É fácil escutar quando o ar está vazando. Por menor que seja, é importante corrigir este vazamento para evitar problemas e reduzir o uso do compressor. Além disso, simplesmente andar pelo equipamento e detectar visualmente coisas como peças soltas e quebradas ou mangueiras gastas é o primeiro passo para uma manutenção eficaz.

O cilindro pneumático é um dos componentes mais importantes da automação, pois é ele que faz o movimento / força. Porém a manutenção de um cilindro

pneumático muitas vezes vai envolver enviar o cilindro para que seja limpo, trocado partes como vedações e outros, montado e testado.

## **MANUTENÇÃO DO CONTROLE**

Caso haja problemas em algum botão, saída de ar ou movimentação do controle, terá que ser feita a troca do mesmo ou ser levado para um especialista para que detecte qual a razão do mal funcionamento do controle Joystick.

## **AR COMPRIMIDO**

A má qualidade do ar comprimido é uma das maiores razões de problemas em sistemas pneumáticos. O compressor e tubulação da instalação pneumática pode gerar muitos resíduos, além de água que pode condensar e óleo gerado pelo compressor. Por isso é necessário a certificação de que esteja em boa qualidade, chegando em todos os pontos necessários.

## FOTOS DO PROJETO.

Figura 1: Recorte das chapas do braço da retroescavadeira



FONTE: Própria autoria.

Figura 2: Base onde sustenta o braço da retroescavadeira



FONTE: Própria autoria.

**Figura 3:** Preparação para a pintura



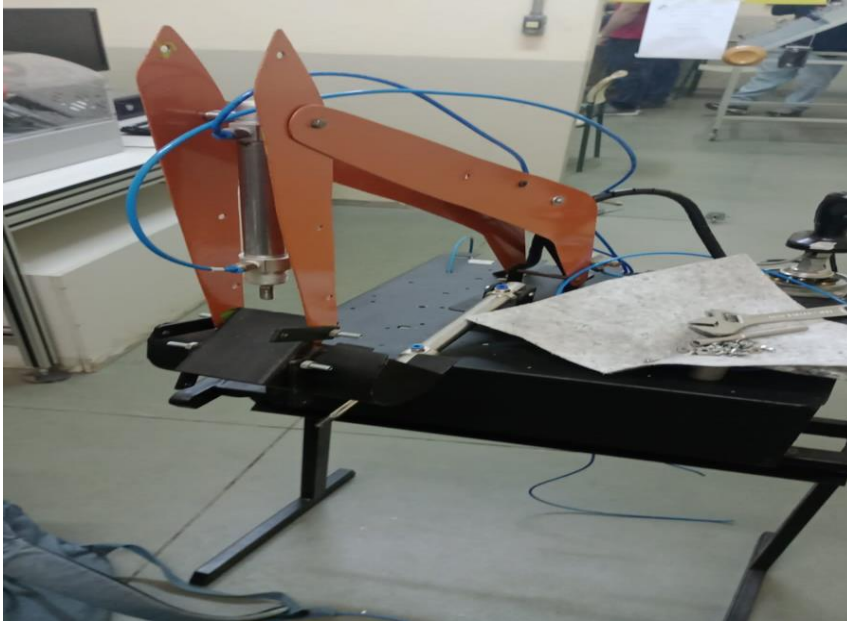
FONTE: Própria autoria.

**Figura 4:** Montagem dos componentes mecânicos



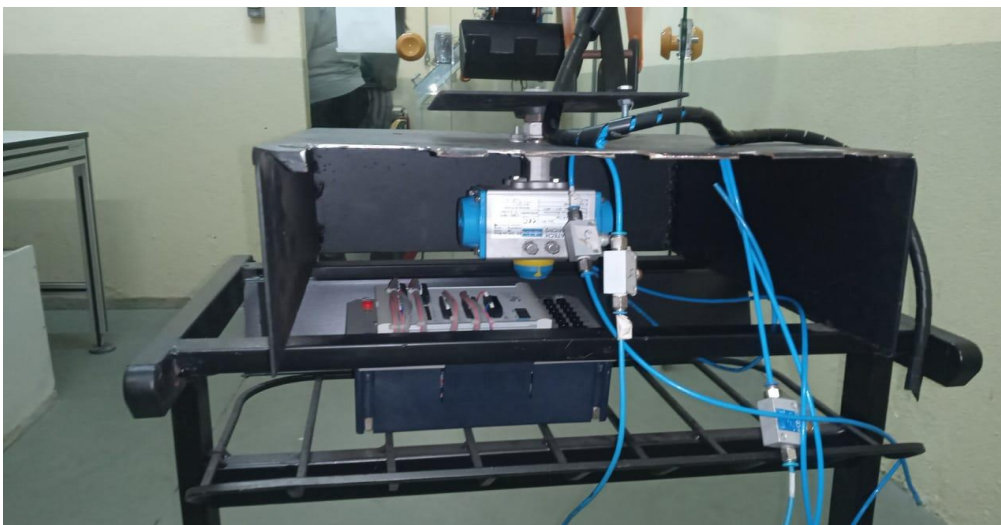
FONTE: Própria autoria.

**Figura 5:** Montagem do sistema pneumático



FONTE: Própria autoria.

**Figura 6:** Montagem do controlador lógico programável



FONTE: Própria autoria

## CONCLUSÃO

Abordamos o tema do braço retroescavadeira eletropneumático e dentro deste tema, foram concluídas várias ideias.

Este projeto nos trouxe muito conhecimento em muitas áreas, manutenção, pneumática, elétrica, usinagem de peças, também sobre assuntos que diariamente vivemos, porém mal pensamos ou colocamos em prática, a ergonomia.

Podemos aprimorar mais nosso conhecimento, dando forma a um projeto de total criatividade e trabalho em grupo.

Isto resultou em pensarmos como criaríamos, algo voltado para a vida do colaborador, seu bem-estar, sem muitos custos e sem muita agressão ao meio ambiente.

Agressão ao meio ambiente irá existir, porém serão bem menores, quanto a um motor, pois escolhemos o sistema eletropneumático, como fonte de energia para nossa máquina. O compressor tem como resíduo o óleo, e poluição sonora, por este fato recomendamos que se pesquise um compressor que não haja tanto barulho, quanto haja a separação do óleo para que consiga coletar e dar seu destino final e certo, pois assim não atingirá tanto o meio ambiente.

O projeto todo foi baseado nisso, melhorar a vida do trabalhador e amenizar os custos da empresa, em ambas as partes de manutenção frequente com equipamentos e afastamento do colaborador. Porém a manutenção só não será frequente também, se baseando na utilização da máquina.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[www.ferramentaskennedy.com.br/blog](http://www.ferramentaskennedy.com.br/blog) (Acesso: 12/05/2022)

[www.rigelpneumaticos.com.br](http://www.rigelpneumaticos.com.br) (Acesso: 14/03/2022)

[www.festo-didactic.com/br-pt](http://www.festo-didactic.com/br-pt) (Acesso: 27/04/2022)

[www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com) (Acesso: 10/06/2022)

NR 17 - Bombeiro Militar – Rodrigo Henrique (Acesso: 20/06/2022)

[www.festo-didactic.com/br-pt/bancadas-de-treinamento](http://www.festo-didactic.com/br-pt/bancadas-de-treinamento) (Acesso: 24/06/2022)

[www.mtibrasil.com.br/Produ/valvula-pneumatica-botao.php](http://www.mtibrasil.com.br/Produ/valvula-pneumatica-botao.php) (Acesso: 25/06/2022)