



**ETEC “JORGE STREET”**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO  
TÉCNICO EM MECATRÔNICA**

**Esteira Seletora de Recicláveis**

**Everaldo Gomes  
Ivo Candido  
Jonathan Oliveira  
Marco Gustavo  
Otavio Covello  
Rogerio Higashi  
Tarcísio Carnaúba**

**Professor(es) Orientador(es):  
[ nome(s) do(s) professor(es)]**

**São Caetano do Sul/SP  
2015**

# **Esteira Seletora de Recicláveis**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como pré-requisito para  
obtenção do Diploma de Técnico em  
Mecatrônica.

**São Caetano do Sul / SP  
2015**

Trabalho de conclusão de curso de Habilitação Profissional de Técnico em Mecatrônica  
aprovada em xx de Dezembro de 2015 pela banca examinadora constituída pelos professores:

---

Orientador: Profº xxxxxxxxxxxxxxxx

ETEC JORGE STREET

---

Co-orientador: Profº. xxxxxxxxxxxxxxxx

ETEC JORGE STREET

---

Membro interno: xxxxxxxxxxxxxxxx

ETEC JORGE STREET

---

Membro interno: xxxxxxxxxxxxxxxx

ETEC JORGE STREET

---

Membro suplente interno: Profº. xxxxxxxxxxxx

ETEC JORGE STREET

São Caetano do Sul, xx de Dezembro de 2015

Dedicamos este trabalho com  
muito carinho aos nossos  
familiares e amigos

## Agradecimentos

Agradecemos aos nossos familiares pelo incentivo e para que não os deixássemos desistir, aos professores, em especial ao Michel Chaveiro, pela paciência e ajuda, e aos colegas de sala pelo suporte que nos foi dado.

O único lugar onde sucesso  
vem antes do trabalho é no  
dicionário.

Albert Einstein

## **Resumo**

O projeto utiliza-se de sensores capacitivos como elementos de sinal, que são processados por um Arduino, e baseando-se na combinação de sinais desses sensores, aciona atuadores, e um motor de corrente contínua. Além disso, um botão de emergência executa a função de quando acionado, interromper o processo. Os elementos sinalizadores são LEDs coloridos, que servem para indicar o status da esteira, se o motor está ligado, e se um estado de emergência foi acionado. Ao final da separação, feita pelos sensores de material específico, o operador poderá determinar se começara um novo ciclo de separação dos objetos.

**Palavras chaves:** esteira, sensores, automação, melhoria, separação.

## **Abstract**

The project makes use of capacitive sensors as signal elements, which are processed by a microcontroller, and based on the combination of signals from these sensors, actuators drives, and DC motor. In addition, an emergency button executes the function when activated, stop the process. Flags elements are colored LEDS, used to indicate the status of the belt, if the engine is running, and if a state of emergency was triggered. At the end of the separation, sensors made by specific material, an operator can determine if a new cycle started by separation of the objects

**Keywords:** treadmill, sensors, automation, improvement, separation.



## Lista de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Eixo giratório.....                            | 19 |
| Figura 2 Bucha.....                                     | 20 |
| Figura 3 Porca, Arruela e Contra porca. ....            | 21 |
| Figura 4 Parafusos não-passantes.....                   | 21 |
| Figura 5 motor.....                                     | 22 |
| Figura 6 Posicionamento sensor capacitivo.....          | 23 |
| Figura 7 Dimensionamento. ....                          | 26 |
| Figura 8 Eixo de Aço revestido de nylon .....           | 28 |
| Figura 9 Carcaça de alumino.....                        | 28 |
| Figura 10 Base.....                                     | 29 |
| Figura 11 Esquema Elétrico 1. ....                      | 29 |
| Figura 12 Nomeando pinos.....                           | 31 |
| Figura 13 Saídas em nível logico alto. ....             | 31 |
| Figura 14 Entradas em nível logico alto.....            | 32 |
| Figura 15 Variaveis.....                                | 32 |
| Figura 16 Logica. ....                                  | 33 |
| Figura 17 Botão de Emergência (Cogumelo com trava)..... | 34 |
| Figura 18 Fluxograma.....                               | 35 |
| Figura 19 Esteira Modelo. ....                          | 43 |
| Figura 20 Esteira Cotada.....                           | 44 |
| Figura 21 Arduino. ....                                 | 45 |
| Figura 22 Mancal.....                                   | 45 |
| Figura 23 Motor.....                                    | 46 |

## **Lista de Tabelas**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 Índice de Acidentes do Trabalho e Doenças Profissionais ..... | 13 |
| Tabela 2 Materiais Para Protótipo. ....                                | 26 |
| Tabela 3 Divisão de tarefas. ....                                      | 27 |
| Tabela 4 Cronograma. ....  | 27 |
| Tabela 5 Custos .....  | 37 |

# Sumário

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                   | 11 |
| 1.1Objetivos .....                    | 11 |
| 1.1.1Objetivo geral: .....            | 11 |
| 1.1.2 Objetivo específico: .....      | 11 |
| 1.2. JUSTIFICATIVA .....              | 12 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO .....          | 15 |
| 2.1 Questão social e ergonômica ..... | 15 |
| 2.2 Questão econômica .....           | 16 |
| 2.3 Questão ambiental .....           | 17 |
| 2.4 Teoria mecânica.....              | 19 |
| 2.4.1Árvores .....                    | 19 |
| 2.4.2 Mancais de deslizamento .....   | 19 |
| 2.4.3 Bucha.....                      | 20 |
| 2.4.4 Parafusos .....                 | 20 |
| 2.4.4.1 Parafusos não-passantes ..... | 21 |
| 2.4.5 Arruela .....                   | 21 |
| 2.5 Elétrica .....                    | 22 |
| 2.5.1 Motor.....                      | 22 |
| 2.5.2 Sensor Capacitivo.....          | 22 |
| 2.5.3 Sensor Indutivo .....           | 23 |
| 2.5.4 Atuador Pneumático .....        | 24 |
| 2.5.5 Arduino .....                   | 25 |
| 2.5.5.1 Vantagens do Arduino .....    | 25 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS .....          | 26 |
| 3.1 Protótipo da esteira .....        | 26 |
| 3.2 Metodologia elétrica .....        | 29 |
| 3.2.1 Programação .....               | 31 |
| 3.3 Funcionamento da esteira.....     | 34 |
| 3.4 Resultados .....                  | 36 |
| 3.5 Custos .....                      | 37 |
| 4. DISCUSÃO.....                      | 38 |
| 5. CONCLUSÃO .....                    | 39 |
| 6. PROPOSTAS FUTURAS.....             | 40 |
| 7. REFERÊNCIAS: .....                 | 41 |
| 8. APÊNDICE .....                     | 43 |
| 9. ANEXOS .....                       | 45 |

## 1. INTRODUÇÃO

As pesquisas realizadas nos levam a entender que com o passar dos anos, o mundo vem avançando muito tecnologicamente e com esse avanço as indústrias tem cada vez mais a necessidade de automatizar seus setores de produção para poder agilizar os processos e melhorar a condição de trabalho dos funcionários.

Pensando isso planejou-se e projetou-se uma esteira seletora de recicláveis, que além de ser um produto que contribui com o meio ambiente também contribui ergonomicamente, dispensando o serviço braçal que por sua vez podem trazer grandes problemas físicos aos funcionários, e também a esteira pode ser utilizada em empresas de variados portes e ramos já que a questão da reciclagem e meio ambiente se tornou um dever na indústria, e sendo assim também resolvendo alguns problemas, como diminuição de tempo, redução de custos.

### 1.1Objetivos

#### 1.1.1Objetivo geral:

- Melhorar a condição dos fatores ambientais e sociais ligados ou não ao setor industrial.

#### 1.1.2 Objetivo específico:

- Facilitar e agilizar o processo de seleção de materiais recicláveis em empresas de reciclagem ou de outro ramo reduzindo em até 60% do tempo gasto no processo se fosse manual;

- Evitar acidentes de riscos físicos e psicológicos como tendinites, lesões na pele por contato com produtos químicos não conhecidos em embalagens, lesões acidentais com objetos cortantes, fadiga, estresse excessivo, depressão, etc.

- Suprir necessidades do mercado como: baixo custo, precisão de trabalho, agilidade de processos.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista fatores abordados e importantes sociais e ambientais como reciclagem e Ergonomia pode-se sanar e melhorar estes setores com a implementação de sistemas automatizados.

Junto com o aumento da população mundial e com o crescimento da indústria, aumenta também a quantia de resíduos orgânicos e inorgânicos na sociedade. Devido a grande quantia de lixo, reciclar se torna uma atitude cada vez mais importante para a manutenção da saúde do planeta e das pessoas.

Reciclagem é o nome dado ao processo de reaproveitamento de objetos usados para confecção de novos produtos.

O processo de reciclar gera riquezas, já que algumas empresas usam o procedimento como uma forma de reduzir os custos e também contribui para a preservação do ambiente. Os materiais mais reciclados são o papel, o plástico, o vidro e o alumínio. A coleta seletiva do lixo e a reciclagem são cada vez mais conhecidas em todo o mundo, uma vez que a reciclagem auxilia a redução da poluição do solo, do ar e da água.

A reciclagem também surge como uma solução para o desemprego no cenário socioeconômico, uma vez que muitos desempregados encontram neste setor uma forma de sustentar suas famílias. No Brasil, existem em grande número de cooperativas de catadores de alumínio e de papel.

Como as cidades com grande crescimento da população não tem locais para instalar seus depósitos de lixo, a reciclagem é uma solução economicamente viável. Em muitos locais públicos, existem latas disponíveis para realização da coleta seletiva, faltando apenas à conscientização de algumas pessoas para que o processo deslanche de vez.

Pensando nesses fatos combinados a fatores ergonômicos o projeto supre ao mesmo tempo esses dois tópicos tendo em vista o decremento do índice de acidentes e doenças profissionais além de visar o aprimoramento e precisão do processo de reciclagem.

Pode-se ver na tabela 1 o índice de doenças ocupacionais que podem ser reduzidos com a automatização de processos.

Tabela 1 Índice de Acidentes do Trabalho e Doenças Profissionais

| <b>Acidentes do trabalho e doenças profissionais – 2007</b>        | <b>Total</b>   |
|--|----------------|
| Ferimento do punho + amputação de punho e mão + esmagamento da mão | 159.900        |
| Doenças da coluna (dorsalgia)                                      | 50.706         |
| Luxação, entorse e fratura de tornozelo e pé                       | 39.700         |
| LER/DORT (sinovite e tenossinovite + outras doenças das juntas)    | 31.900         |
| Lesões do ombro  | 18.896         |
| Fratura da perna, incluindo tornozelo                              | 17.207         |
| Reações ao “estresse” grave  | 5.170          |
| Depressão  | 3.560          |
| Outros   | 326.051        |
| <b>Total</b>   | <b>653.090</b> |

Conforme a legislação; trabalhador tem por direito e necessidade às pausas:

- 1-Pausas Fisiológicas;
- 2- Pausas de Recuperação;
- 3- Pausas para Refeições;
- 4- Pausas Diárias (período em que o funcionário não está em expediente);
- 5- Pausas Semanais;
- 6- Pausas Anuais.

Uma das saídas mais procuradas atualmente para reduzir ou sanar essas doenças é o investimento em automação, processo que leva a redução de perdas, a

busca do custo baixo, menor tempo de produção, alta qualidade e maior satisfação do cliente.

A utilização da automação permite a redução de custos diretos e indiretos, fazendo grande diferença na competitividade da empresa no mercado eliminando custos desnecessários com trabalhos manuais, garantindo bons níveis de saúde e segurança no trabalho.

Através da automação é possível produzir com maior constância produtos com alta qualidade de acabamento. As capacidades inerentes a automação, como precisão e repetibilidade, também são diferenciais que permitem elevada qualidade.

As condições de trabalho dos funcionários são melhoradas. Não haverá mais problemas com poeira, calor e ambiente perigoso ou insalubre. Além disso, os funcionários podem ser capacitados, tornando-se programadores do equipamento.

Utilizando da automação como fator de união de dois tópicos para sanar os problemas ergonômicos e suprir o mercado da reciclagem aprimorando-o.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Questão social e ergonômica

Não somente aspectos econômicos ou industriais foram levados em conta para a criação deste projeto. O ponto mais importante para a criação em si foi à ergonomia proporcionada por ele.

Ergonomia é a ciência que estuda a adaptação de elementos materiais a utilização humana, para não gerar danos ao ser humano.

A movimentação de materiais feita manualmente e sua separação é uma atividade antiga, presente desde o início da humanidade. Essa atividade proporciona esforços e movimentos repetitivos e geralmente relativos a cargas pesadas ou de difíceis manuseio.

Essa atividade acaba gerando desgaste corporal, uma patologia famosa chamada L.E.R. (Lesão por Esforço Repetitivo), que é uma síndrome causada por esforços repetitivos, geralmente nos membros superiores, que com o tempo, levam a incapacidade funcional dos membros ou a situações de extrema dor. As dores costumam ser regionais, mas podem gerar inflamações que espalham a dor por outros locais.

Ao movimentarem materiais manualmente e sem o auxílio de máquinas, os humanos estavam dispostos a desenvolver L.E.R.s devido ao movimento repetitivo e danoso,

Pelo fato do corpo humano não estar preparado para esta tarefa. Algumas lesões comuns a esta tarefa são a Tendinite e a Bursite. Outros locais além dos membros superiores podem ser lesionados como as pernas ou o quadril.

Além disso, essas doenças ocupacionais podem levar a invalidez do colaborador, ou causar traumas, como dores, e sequelas pelo resto de suas vidas.

Outro risco presente é o de acidentes do trabalho. Durante o manuseio de materiais cortantes e do contato com embalagens que podem conter químicos não diretamente nocivos, pode acarretar em um acidente de trabalho.

Este projeto elimina tais riscos ao trabalhador, já que a máquina realiza a movimentação e separação das cargas, assim, não estão presentes lesões nem riscos físicos ou psicológicos neste tipo de produção automatizada.



## 2.2 Questão econômica

Ao realizar pesquisas referentes à história da indústria e do mercado o grupo se deparou com uma característica que foi considerada fundamental para o desenvolvimento do projeto, a melhoria do processo de produção.

Desde o início dos tempos, tarefas como carregar objetos, ou arar um campo eram realizadas manualmente ou com auxílio de ferramentas simples, como carrilhas e foices. Mas com o crescimento populacional e o aumento da demanda por maior produção, o homem deveria se adaptar a essa necessidade, e com isso desenvolver métodos mais eficazes para os processos.

Durante a Revolução Industrial, isso se tornou evidente. O homem necessitava de produção rápida e eficiente.

A solução foi criar máquinas que ultrapassassem as capacidades humanas e seriam controladas por eles. Isso aumentaria a velocidade e qualidade de produção. Assim, além de atender as necessidades do mercado, ganhariam uma posição privilegiada nele.

Esse processo de automação começou com as linhas de produção em série, em que funcionários ocupavam posições e funções fixas no processo que não pudessem ser feitas por máquinas. Assim, homens e máquinas trabalhavam juntos, como por exemplo, quando funcionários ficavam separando peças numa esteira automatizada, ou quando tampavam garrafas vindas de uma envasadora automatizada.

Mas, com o tempo, as exigências se tornaram maiores. Não bastava atender as necessidades do mercado, uma indústria deveria se sobressair em relação às outras para poder sobreviver ao mercado. Esse é o nosso tempo.

Com base nas informações inscritas acima o projeto veio com o intuito de automatizar o processo de carregamento e separação de materiais colocados em nossa esteira. Isso eliminaria as perdas de tempo com funcionários realizando essa tarefa, como quando:

- 1) Um funcionário necessita movimentar um material, ele perde tempo com isso, enquanto a esteira pode fazer isso automaticamente, com velocidade semelhante ou superior, e com várias materiais ao mesmo tempo;

2) Um funcionário está sujeito a erros de separação devido ao desgaste e rentabilidade do processo, a esteira possui um sistema de sensores que podem separar com precisão os objetos nela colocados;

3) A máquina pode realizar as mesmas funções, ou até mais, que o funcionário com menos gastos, e maior tempo de vida, aumentando em cerca de 60 % a produtividade;

Assim, foi visto que o projeto é uma vantagem para uma empresa ou indústria que necessite de separação de recicláveis.

## 2.3 Questão ambiental

Outro aspecto importante da indústria e do mercado atual é a preocupação ecológica. Os impactos e repercussões das ações humanas no meio ambiente são fundamentais, tanto para a preservação do meio ambiente, quanto para o desenvolvimento econômico.

Ao utilizar-se um sistema de sensores que desligam a esteira quando não há carga para ela separar ou carregar, assim, ela não consome energia quando não há necessidade, economizando energia, e gerando menos impacto ambiental.

Na sinalização, utilizou-se diodos LED de alto brilho, porque consomem menos energia, e gera iluminação necessária, o que reduz danos com excesso de gastos de energia.

Pensando no crescimento da área de recicláveis o projeto e de extrema importância para aprimoramento do processo de reciclagem

A produção de lixo vem aumentando assustadoramente em todo o planeta. O lixo é o maior causador da degradação do meio ambiente e pesquisas indicam que cada ser humano produz, em média, pouco mais que 1 quilo de lixo por dia. Desta forma, será inevitável o desenvolvimento de uma cultura de reciclagem, tendo em vista a escassez dos recursos naturais não renováveis e a falta de espaço para acondicionar tanto lixo.

Todo lixo produzido, normalmente é recolhido pelos caminhões e levado até as centrais de reciclagem e lá é separado e classificado para o reaproveitamento. Muitas famílias sobrevivem da venda deste material. A separação do lixo, orgânico (molhado) do inorgânico (seco), é importantíssima para o processo da reciclagem, uma vez que, quando misturado dificulta no processo de "garimpagem" dos catadores de lixo.

Algumas constatações merecem destaque por sua importância: as garrafas de refrigerantes (PET) são transformadas em tecido para fazer calça jeans; uma tonelada de plástico reciclada economiza 130 quilos de petróleo; depois de reciclado, o plástico ainda pode virar carpetes, mangueiras, cordas, sacos, pára-choques; reciclar uma tonelada de papel poupa 22 árvores, consome 71% menos energia elétrica e polui o ar 74% menos do que fabricá-la; diversos tipos de papéis podem ser reciclados 7 vezes ou mais. Estes são apenas alguns dos inúmeros benefícios que a reciclagem proporciona à sociedade, à economia, e ao meio ambiente.

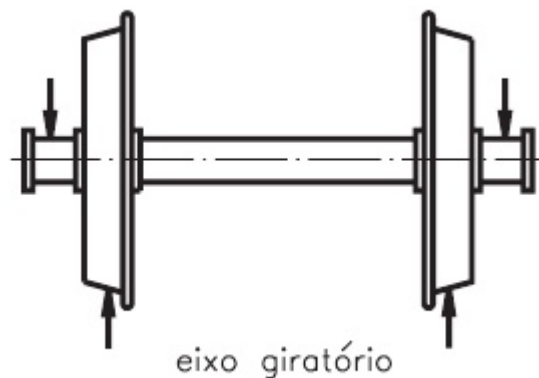
O projeto tem um grande foco no meio ambiente utilizando da automação como aliada para facilitação do processo de reciclagem.

## 2.4 Teoria mecânica

### 2.4.1 Árvores

Árvores são elementos de máquinas geralmente de seção circulares rotativas ou estacionárias que têm função de suporte de outros componentes mecânicos (engrenagens, polias, volantes, etc.) e transmitem momento de torção. Os eixos são elementos de máquinas que têm função de suporte, mas não transmitem momento de torção (potência). Tais elementos podem ser vistos na Figura 1.

Figura 1 Eixo giratório.



Fonte: Apostila Elementos de maquinas Instituto federal pg.71.

### 2.4.2 Mancais de deslizamento

Os mancais de deslizamento são muito encontrados em máquinas onde um eixo qualquer sofre forças e o mancal serve de apoio e de guia para este eixo. Os mancais se dividem em dois tipos principais: mancais de guia e mancais de fricção.

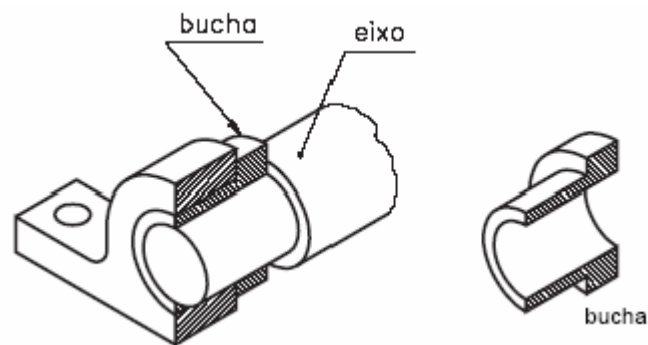
**a) Mancais de guia** - Muito encontrados em máquinas ferramentas, onde a mesa desliza sobre suas guias. Não suportam muita carga, o movimento relativo entre eles é de translação.

**b) Mancais de fricção** - Quando uma das superfícies móveis é um eixo e o deslizamento é executado considerando-se o movimento relativo de rotação entre o eixo e o mancal.

### 2.4.3 Bucha

As buchas vistas na Figura 2, são elementos de máquinas de forma cilíndrica ou cônica. Servem para apoiar eixos nos mancais ou guiar brocas e alargadores. Nos casos em que o eixo desliza dentro da bucha, deve haver lubrificação. Podem ser fabricadas de metal antifricção ou de materiais plásticos. Normalmente, a bucha deve ser fabricada com material menos duro que o material do eixo ou o mesmo material.

Figura 2 Bucha.



Fonte: <https://offset3blog.wordpress.com/category/rolamentos-e-mancais/>

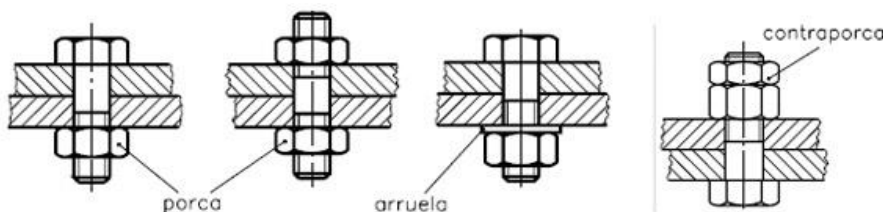
### 2.4.4 Parafusos

Parafusos são elementos de fixação, empregados na união não permanente de peças, isto é, as peças podem ser montadas e desmontadas facilmente, bastando apertar e desapertar os parafusos que as mantêm unidas.

Parafusos passantes: como o próprio nome já diz esses parafusos atravessam de lado a lado, as peças a serem unidas, passando livremente nos furos. Dependendo do serviço, esses parafusos, além das porcas, utilizam arruelas e contra-porcas como acessórios.

Os parafusos passantes apresentam-se com cabeça ou sem cabeça (Figura 3).

Figura 3 Porca, Arruela e Contra porca.

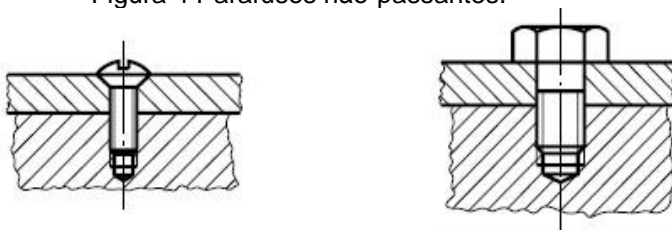


Fonte: <http://wwwo.metalica.com.br/artigos-tecnicos/parafusos>.

#### 2.4.4.1 Parafusos não-passantes

São parafusos que não utilizam porcas. O papel de porca é desempenhado pelo furo roscado, feito numa das peças a ser unida, visto na figura 4.

Figura 4 Parafusos não-passantes.



Fonte: <http://wwwo.metalica.com.br/artigos-tecnicos/parafusos>

#### 2.4.5 Arruela

A maioria dos conjuntos mecânicos apresenta elementos de fixação. Onde quer que se usem esses elementos, seja em máquinas ou em veículos automotivos, existe o perigo de se produzir, em virtude das vibrações, um afrouxamento imprevisto no aperto do parafuso.

Para evitar esse inconveniente utilizou-se um elemento de máquina chamado arruela. A maioria dos conjuntos mecânicos apresenta elementos de fixação. Onde quer que se usem esses elementos, seja em máquinas ou em veículos automotivos, existe o perigo de se produzir, em virtude das vibrações, um afrouxamento imprevisto no aperto do parafuso. Para evitar esse inconveniente foi utilizado um elemento de máquina chamado arruela. As arruelas têm a função de distribuir igualmente a força de aperto entre a porca, o parafuso e as partes montadas.

## 2.5 Elétrica

### 2.5.1 Motor

Um Motor elétrico (Figura 5), utilizado para a movimentação da esteira, por possuir alto torque e potência, e uma rotação relativamente alta, o que facilita a separação e observação do processo. É um motor de corrente alternada, muito utilizado maquinas de costura, pelas qualidades citadas anteriormente.

Figura 5 motor



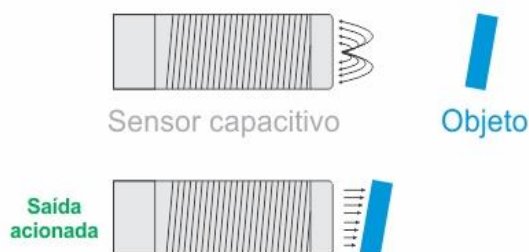
Fonte: <http://www.simbologia-electronica.com/>

### 2.5.2 Sensor Capacitivo

Sensores capacitivos são sensores que detectam qualquer tipo de massa.

Seu funcionamento se dá por meio de incidência de um campo elétrico que é gerado por cargas elétricas em sua face, formando assim um capacitor. É característica de todo capacitor o aumento de sua capacitância quando colocamos algum tipo de massa dielétrica (isolante) entre seus eletrodos (os eletrodos são onde são armazenadas as cargas), sendo assim, quando aproximamos qualquer material líquido ou sólido à face do sensor, ele atuará como massa dielétrica aumentando a capacitância. Por fim, o circuito eletrônico do sensor detecta essa variação de capacitância e atua sua saída, que pode ser um contato NA ou NF para corrente alternada ou contínua, um transistor ou ainda um sinal variável de tensão ou corrente (saída analógica), visto na figura 6.

Figura 6 Posicionamento sensor capacitivo.



Fonte: <http://www.digel.com.br>

Os sensores capacitivos têm uma ampla gama de aplicações que, de acordo com os modelos fornecidos pelos fabricantes, podem partir de uma simples detecção de qualquer material, por exemplo, para contagem em substituição as chaves fim-de-curso, até detector de líquidos.

### 2.5.3 Sensor Indutivo

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).

## 2.6 Automação

Além da execução do trabalho, a automação eleva as funções do homem retirando-lhe também as funções de comando e regulação. Ele conserva apenas as funções de controle.

Um processo é considerado automatizado quando é executado sem a intervenção do homem, sempre do mesmo modo e com o mesmo resultado.



No ramo da automação, alguma das principais formas de energia empregada é a pneumática, hidráulica e elétrica.

#### 2.5.4 Atuador Pneumático

Recebem o nome de atuadores porque são eles que atuam no processo, substituindo os acionamentos manuais em sistemas automáticos.

Uma das funções da Mecatrônica é apresentar soluções de automação para processos industriais. Tanto nos processos de manufatura como nos processos contínuos, os movimentos estão presentes nas operações de fixação, alimentação, abertura e fechamento de válvulas, etc. Esses movimentos são executados por elementos de trabalho chamados de Atuadores. Recebem este nome porque são eles que atuam no processo, substituindo os acionamentos manuais em sistemas automáticos.

A automação industrial é resultante da integração de três tecnologias básicas: Sensores, Controladores e Atuadores. Dentro deste contexto, temos os atuadores pneumáticos, amplamente utilizados nas plantas industriais. Neste aspecto, a tecnologia pneumática é fundamental para a Mecatrônica.

A tecnologia de atuadores considera toda a técnica necessária ao seu funcionamento e controle. Os atuadores pneumáticos, funcionam com energia pneumática (Ar Comprimido) e executam movimentos lineares, rotativos e semi-rotativos ou angulares (um tipo de atuador para cada tipo de movimento). Três são as variáveis básicas controladas: sentido de movimento, velocidade e força. Para controlar estas variáveis em atuadores pneumáticos são utilizadas válvulas pneumáticas. Válvulas Direcionais para controlar o sentido de movimento, Válvulas de Fluxo para controlar a velocidade e Válvulas de Pressão para controlar a força.

Os atuadores pneumáticos operam com ar comprimido entre 6 e 8 bar de pressão, isto porque esta é a faixa mais econômica para trabalho. São elementos duráveis. Atuadores lineares, também chamados de cilindros pneumáticos quando sua forma geométrica é cilíndrica, operam normalmente até 3000 km sem lubrificação, caso dos atuadores construídos para trabalhar nesta condição, e 6000 km com lubrificação, podendo aceitar ou não o reparo. A condição (com ou sem lubrificação) é estabelecida pela aplicação, em processos de indústrias químicas, alimentícias e farmacêuticas por exemplo devem ser sem lubrificação para evitar

contaminação. ( O critério Quilometragem se refere a distância percorrida pelo elemento de vedação, variando o número de ciclos de acordo com o curso do atuador).

### 2.5.5 Arduino

O Arduino foi criado em 2005 por um grupo de 5 pesquisadores : Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. O objetivo era elaborar um dispositivo que fosse ao mesmo tempo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

Assim, foi criada uma placa composta por um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada/saída e que pode ser facilmente conectada à um computador e programada via IDE (*Integrated Development Environment*, ou *Ambiente de Desenvolvimento Integrado*) utilizando uma linguagem baseada em C/C++, sem a necessidade de equipamentos extras além de um cabo USB.

#### 2.5.5.1 Vantagens do Arduino

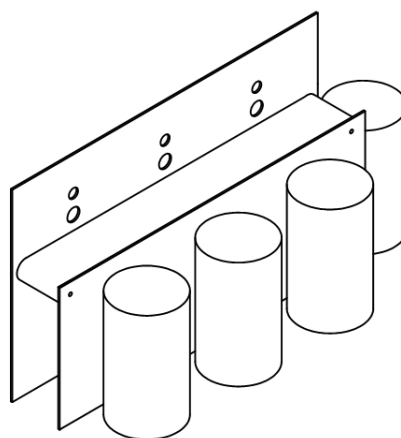
- Programável;
- Demanda a construção de um circuito que dê suporte a sensores e atuadores (entradas e saídas)
- Baixo consumo de energia;
- Demanda conhecimento em linguagem de programação de baixo nível (ling. C ou C++), embora já haja linguagens mais fáceis, com quantidade considerável de recursos.
- Manutenção mais fácil e rápida;

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Protótipo da esteira

Após a definição do projeto, o grupo reuniu-se para escolha do dimensionamento da esteira:

Figura 7 Dimensionamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo isto, foi inumerada a quantidade e quais seriam os materiais mais adequados para a estrutura da esteira. Como parâmetro, decidiu-se adequar o projeto ao orçamento inicial estimado.

A Tabela 2 apresenta a estimativa dos materiais utilizados para confecção do protótipo:

Tabela 2 Materiais Para Protótipo.

| Quantidade | Componente               |
|------------|--------------------------|
| 3          | Atuador Elétrico         |
| 2          | Chapa MDF                |
| 1          | Fonte de Computador      |
| 1          | Lona de Sofá             |
| 1          | Microcontrolador         |
| 1          | Motor Máquina de costura |
| 7          | Rele                     |
| 4          | Rolamento                |
| 1          | Sensor indutivo          |
| 2          | Sensor Capacitivo        |
| 2          | Tarugo ou tubo Nylon     |

Em reunião foi feita a divisão de tarefas tabela 3 para que cada integrante pudesse se adequar a área que tem mais rendimento e afinidade.

Tabela 3 Divisão de tarefas.

| <b>Integrante</b> | <b>Setor ou tarefa</b> |
|-------------------|------------------------|
| Everaldo Gomes    | Mecânica/Monografia    |
| Ivo Candido       | Mecânica/Montagem      |
| Jonathan da Silva | Programação/Monografia |
| Marco Gustavo     | Elétrica/ Monografia   |
| Otávio Covello    | Mecânica/Montagem      |
| Rogério Higashi   | Programação/Elétrica   |
| Tarcísio Carnauba | Elétrica/Montagem      |

Na tabela 4 e apresentado o cronograma de tarefas e serem feitas.

Tabela 4 Cronograma.

| <b>Tarefa</b>   | <b>Data / Prazo</b> | <b>Responsável</b>         |
|---|---------------------|----------------------------|
| Reunião com professor                                       | 27 a 31/07          | Todos integrantes          |
| Compra de materiais necessários                             | 03 a 07/08          | Todos integrantes          |
| Corte de chapas e Furação                                   | 10 a 21/08          | Everaldo / Otávio          |
| Confecção dos eixos e barras de Estruturais                 | 24/08 a 04/09       | Everaldo / Otávio/ Ivo     |
| Montagem Mecânica (Estrutura da esteira, fixação lona etc.) | 07 a 18/09          | Ivo / Otávio               |
| Fixação de atuadores sensores e motor                       | 21/09 a 02/10       | Rogério / Tarcísio / Marco |
| Montagem Eletroeletrônica                                   | 05 a 16/10          | Rogério / Tarcísio / Marco |
| Programação e Testes  | 19/ a 23/10         | Jonathan / Rogério         |
| Finalização e ajustes detalhes monografia                   | 26 a 30/10          | Jonathan / Rogério/ Marco  |

O grupo reunido em busca de matérias com baixo custo fez pesquisas em lojas e ferros velhos, e em uma dessas visitas se deparou com uma esteira sucateada de baixo custo onde poderiam ser aproveitadas algumas partes como um eixo de aço revestido com nylon, mancais, carcaça de alumínio.

O eixo tem 600mm de comprimento e 80mm de diâmetro figura 8, considerando que a esteira teria como largura 150mm o eixo vai ser cortado em duas partes e adaptado em um torno já que esteira não pode ser muito larga devido a distancia de sensoriamento se o material ficar distante do sensor não será captado.

Figura 8 Eixo de Aço revestido de nylon



Fonte: Elaborado pelo autor.

Já na carcaça de alumínio vista na Figura 9 foram feitas adaptação de furos para fixação dos mancais e extensão com uma chapa de metal por meio de rebites, está e extensão e necessária para fixação dos atuadores e sensores que ficam na lateral da esteira.

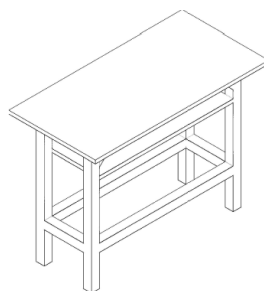
Figura 9 Carcaça de aluminio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a estrutura pronta, foram feitos testes e verificação para saber se tudo estava correto. Para prevenção de devidos defeitos de trepidação a esteira deve ser fixada numa estrutura base figura 10 de modo que o motor também fique fixo na sua lateral já foi utilizado um sistema de polias e correia para transmissão de torque.

Figura 10 Base.

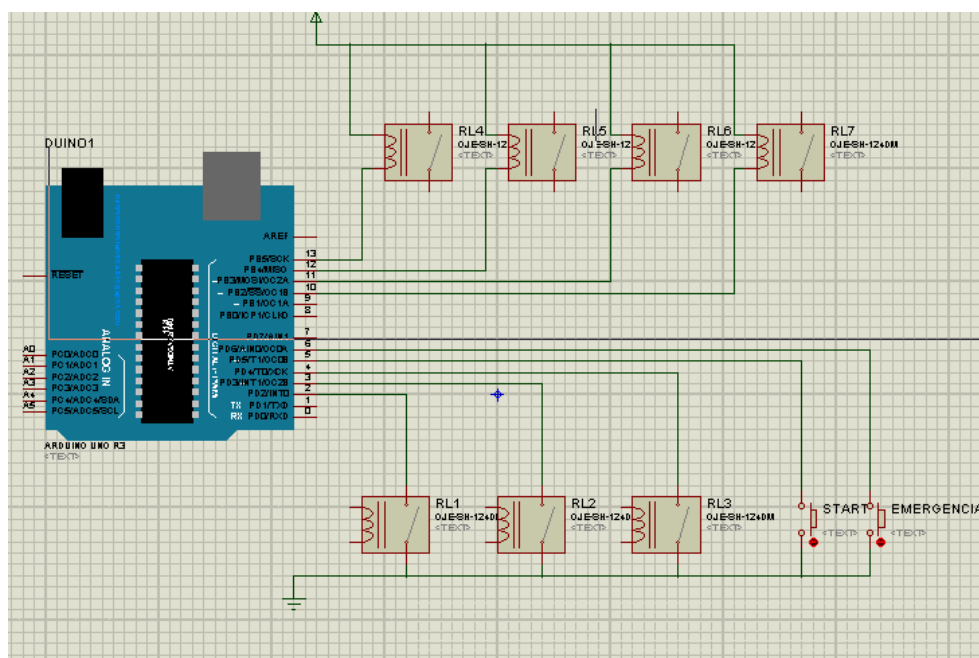


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2 Metodologia elétrica

Antes da montagem física foi elaborado o seguinte esquema elétrico:

Figura 11 Esquema Elétrico 1.



Fonte: Elaborado pelo autor.

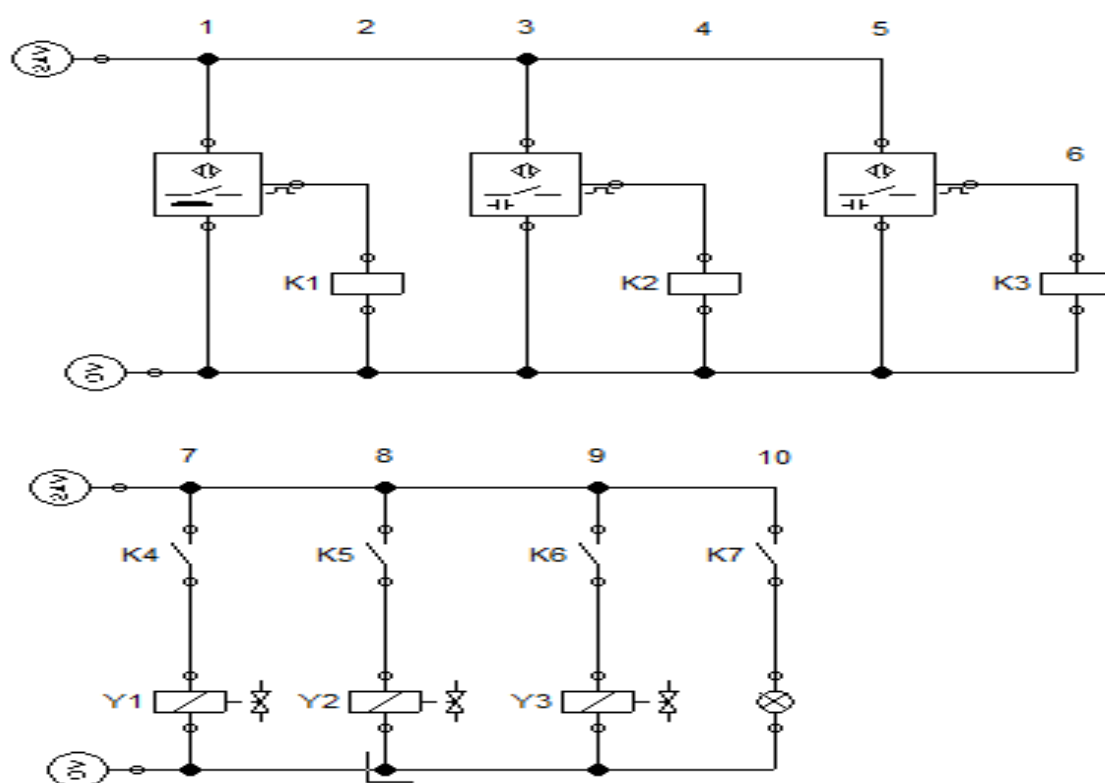
No esquema figura 11 montado no programa Proteus Isis os reles na parte superior da figura são os utilizados para interface saída de sinal e controlaram cargas de tensões diferentes, os pinos 13, 12 e 11 mandarão sinal para acionamento de válvulas e pino 10 acionamento do motor.

Os reles na parte inferior são os utilizados para interface entrada de sinal as bobinas são acionadas por respectivos sensores e são recebidos pelos pinos 2,3 e 4 do arduino.

Na parte superior do esquema elétrico figura 12 é da montagem dos sensores capacitivos e indutivo que mandam sinais cada um para um rele de interface entrada visto na figura 11.

Na parte inferior do esquema elétrico figura 12 e da montagem dos contatos de reles de interface de saída de sinal que mandam sinais para acionamento das válvulas.

Figura 12 Esquema Elétrico 2..

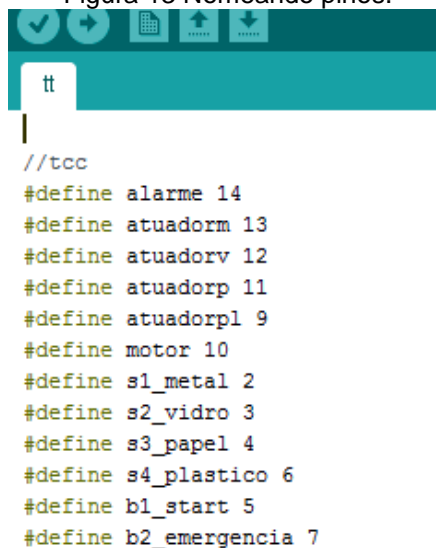


Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2.1 Programação

A primeiro passo foi definir os pinos usados com nomes para facilitar no decorrer da programação.

Figura 13 Nomeando pinos.



```

//tcc
#define alarme 14
#define atuadorm 13
#define atuadorv 12
#define atuadorp 11
#define atuadorpl 9
#define motor 10
#define s1_metal 2
#define s2_vidro 3
#define s3_papel 4
#define s4_plastico 6
#define b1_start 5
#define b2_emergencia 7

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Logo após dentro de Void setup() feita a definição dos pinos que serão usados como saída (OUTPUT) e seu estado inicial que será de nível logico alto (HIGH).

Figura 14 Saídas em nível logico alto.

```

void setup() {

    pinMode(alarme, OUTPUT);
    pinMode(atuadorm, OUTPUT);
    pinMode(atuadorv, OUTPUT);
    pinMode(atuadorp, OUTPUT);
    pinMode(atuadorpl, OUTPUT);
    pinMode(motor, OUTPUT);

    digitalWrite(alarme, HIGH);
    digitalWrite(atuadorm, HIGH);
    digitalWrite(atuadorv, HIGH);
    digitalWrite(atuadorp, HIGH);
    digitalWrite(atuadorpl, HIGH);
    digitalWrite(motor, HIGH);
}

```

Fonte: Elaborado pelo autor.



E então agora os pinos que serão utilizados como entrada (INPUT) e seu estado inicial que será de nível logico alto (HIGH).

Figura 15 Entradas em nível logico alto.

```
pinMode(s1_metal, INPUT);
pinMode(s2_vidro, INPUT);
pinMode(s3_papel, INPUT);
pinMode(s4_plastico, INPUT);
pinMode(b1_start, INPUT);
pinMode(b2_emergencia, INPUT);

digitalWrite(s1_metal, HIGH);
digitalWrite(s2_vidro, HIGH);
digitalWrite(s3_papel, HIGH);
digitalWrite(s4_plastico, HIGH);
digitalWrite(b1_start, HIGH);
digitalWrite(b2_emergencia, HIGH);
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definição de variáveis para utilização do recurso Millis() de tempo e recursos de verificação de nível lógicos das entradas.

Figura 16 Variaveis

```
unsigned long tempo = 0;
unsigned long tempo1 = 0;
unsigned long tempo2 = 0;
unsigned long tempo3 = 0;
int intervalo = 1000;

boolean sensor1 = digitalRead(s1_metal);
boolean sensor2 = digitalRead(s2_vidro);
boolean sensor3 = digitalRead(s3_papel);
boolean sensor4 = digitalRead(s4_plastico);
boolean botao1 = digitalRead(b1_start);
boolean botao2 = digitalRead(b2_emergencia);
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

A logica de programação foi elaborada para que saída que fosse acionada permanecesse acionada por 1 segundo para garantir o avanço do atuador.

Figura 17 Logica.

```

if(sensor2 == 0)
{
tempo1 = millis();

digitalWrite(atuadorv, LOW);
}
if((millis()- tempo1) >= intervalo)
{
digitalWrite(atuadorv, HIGH);
}

if(sensor3 == 0)
{
tempo2 = millis();

void loop() {

if(sensor1 == 0)
{
tempo = millis();

digitalWrite(atuadorm, LOW);
}
if((millis()- tempo) >= intervalo)
{
digitalWrite(atuadorm, HIGH);
}

if(sensor3 == 0)
{
tempo2 = millis();

digitalWrite(atuadorp, LOW);
}
if((millis()- tempo2) >= intervalo)
{
digitalWrite(atuadorp, HIGH);
}

}
}

```

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3 Funcionamento da esteira

O funcionamento da esteira é bem simples, pois foi automatizada o Máximo possível sendo assim o operador tem mais o trabalho de supervisão do processo ao invés de operá-la. Para iniciar o processo o operador deve apertar o botão on/off para que o ciclo se inicie.

No painel a um Led Verde , para indicar que o painel está energizado e que para abrir o painel em caso manutenção e necessário desenergiza-lo ou chamar um técnico eletricitista preparado para realizar esse procedimento.

Como todo equipamento industrial deve ter um sistema de segurança de acordo com a NR12, foi implementado um botão de segurança Figura 18, que em caso de algum incidente pode ser acionado interrompendo o processo independente de qual ciclo ele esteja.

Figura 18 Botão de Emergência (Cogumelo com trava).

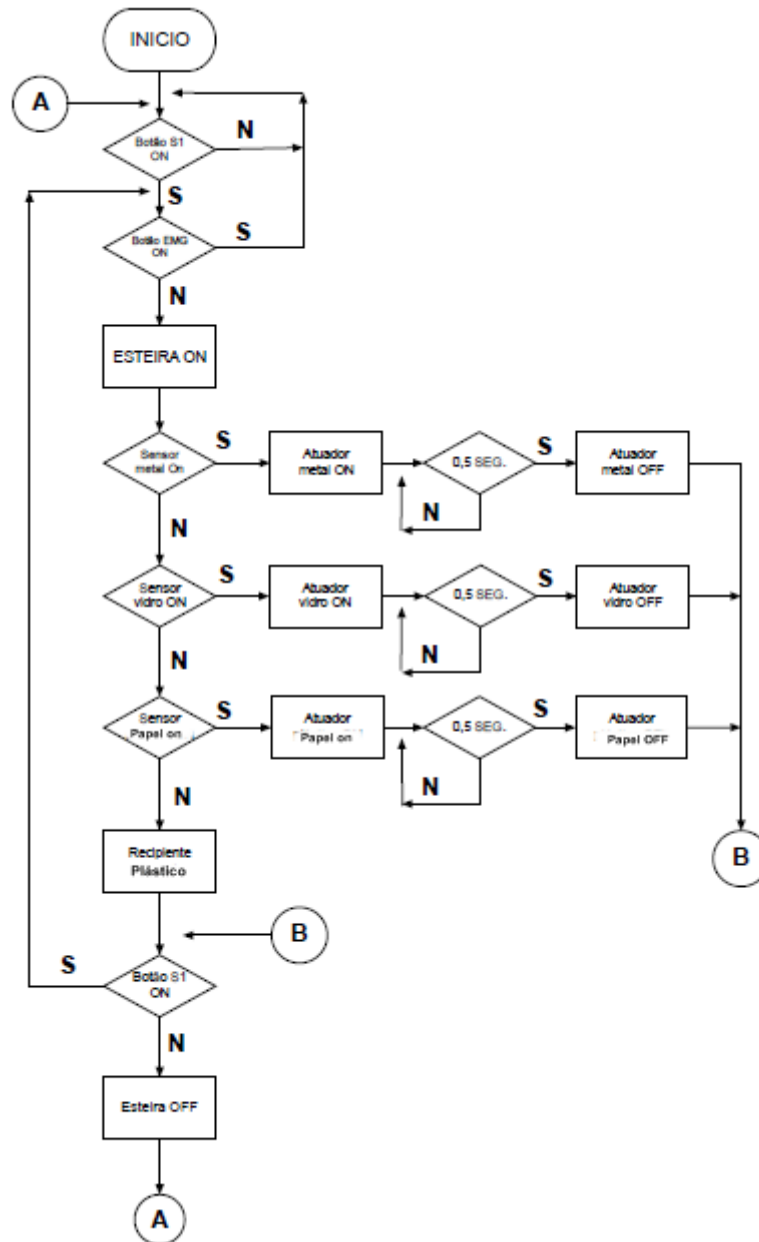


Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o acionamento desse botão de emergência Led vermelho, e ligado indicando que a um problema, este problema pode não ser apenas o botão de emergência mas também uma sobrecarga no motor, para saber se isso ocorreu verificar o disjuntor motor, esse processo deve ser realizado por um eletricitista.

Na figura 19 podemos visualizar o fluxograma de funcionamento da esteira.

Figura 19 Fluxograma.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.4 Resultados

A esteira foi montada com êxito com a implementação da estrutura base obteve-se o resultado esperado após a fixação da esteira e do motor .

Os acessórios da esteira e carcaça passaram por um acabamento, tirando-se as rebarbas e sendo pintados.

A montagem do painel e instalações eletroeletrônicas foram concluídas e o arduino e placas fixos no painel.

Os atuadores e sensores fixados conforme o planejado.

Os funcionamentos mecânicos e elétricos atingiram as expectativas.

O processo de separação funcionou com êxito .

### 3.5 Custos

**Tabela 5 Custos**

| <b>Quantidade</b> | <b>Componente</b>        | <b>Preço unid.<br/>(R\$)</b> |
|-------------------|--------------------------|------------------------------|
| 3                 | Atuador Pneumático       | 0,00                         |
| 2                 | Carcaça alumínio         | 0,00                         |
| 1                 | Esteira Sucateada        | 35,00                        |
| 1                 | Fonte de Computador      | 0,00                         |
| 1                 | Fita esteira             | 62,00                        |
| 1                 | Arduino                  | 30,00                        |
| 1                 | Motor de Para-brisas     | 0,00                         |
| 1                 | Placa Rele               | 50,00                        |
| 1                 | Placa Rele confeccionada | 15,00                        |
| 4                 | Rolamento                | 0,00                         |
| 1                 | Sensor indutivo          | 52,00                        |
| 2                 | Sensor Capacitivo        | 60,00                        |
| 2                 | Tarugo ou tubo Nylon     | 0,00                         |
| 6                 | Conexões Pneumáticas     | 30,00                        |
| 1                 | Jumpers                  | 20,00                        |
| 3                 | Válvula                  | 0,00                         |
| 2                 | Polia                    | 0,00                         |
| 6                 | Bucha                    | 0,00                         |
| 1                 | Parafusos diversos       | 0,00                         |
| Total             | R\$ 414,00               |                              |

Os custos da carcaça e tarugo não foram contabilizados pois o matéria foi reaproveitado da esteira sucateada.

#### 4. DISCUSÃO

O trabalho inicial tinha como o objetivo para aprimoramento do protótipo a implementação de sistema supervisorio, que não foi possível pois com problemas de baixo torque motor acarretou em atraso do projeto.

## 5. CONCLUSÃO

Na fase de pesquisa conseguiu-se encontrar várias opções para o projeto, como foi visto que a esteira era mais viável e tinha mais opções de funcionamento ela foi escolhida, contudo também pode-se citar outro método de separação que seria por um braço mecânico, porém seu custo era maior e seu potencial seria superior ao da esteira, mas foi concluído que seria desnecessário tendo em vista a aplicação. As pesquisas da esteira se mantiveram válidas até o final do projeto.

Em seus objetivos sempre permaneceu a ideia de preservação ambiental e evitar o transporte manual, sem esse objetivo o projeto não existiria, portanto dispensando o esforço físico de funcionários que não acarretará lesões físicas e diminui o custo agilizando o processo, portanto todos esses objetivos foram sanados.

Este projeto seria muito útil dentro de uma empresa, ele pode ser aprimorado dependendo da necessidade da empresa sem grandes mudanças, o que acaba tornando um projeto viável dentro da indústria.

Em cima desse projeto conseguiu-se por em prática todos os elementos aprendidos em sala de aula.



## 6. PROPOSTAS FUTURAS

Tendo em vista a dificuldade do grupo em conseguir recursos financeiros para concretizar as ideias, entrou-se em um consenso e foi decidido não parar o projeto até que ele esteja pronto ficando faltando apenas:

- Alimentador;
- Contadores;
- Sistema de Supervisão;

## 7. REFERÊNCIAS:

- <http://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-motores-electricos.htm>
- [http://www.digel.com.br/novosite/index.php?option=com\\_content&view=article&catid=42&id=68&Itemid=69](http://www.digel.com.br/novosite/index.php?option=com_content&view=article&catid=42&id=68&Itemid=69)
- <http://pt.slideshare.net/DIEGO16384/apostila-elemmaq>
- <https://offset3blog.wordpress.com/category/rolamentos-e-mancais/>
- [http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos\\_mecanica/primeira\\_etapa/elementos\\_maquina.pdf](http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos_mecanica/primeira_etapa/elementos_maquina.pdf)
- <http://wwwo.metalica.com.br/artigos-tecnicos/parafusos>
- <http://blog.filipeflop.com/arduino/o-que-e-arduino.html>
- <http://www.mecatronicaatual.com.br/educacao/1070-atuadores-pneumaticos>
- <http://www.linak.com.br/about/?id3=5603>
- [http://pt.wikipedia.org/wiki/Intel\\_8051](http://pt.wikipedia.org/wiki/Intel_8051)
- <http://www.ergonomianotrabalho.com.br/>
- <http://www.abergo.org.br/>
- COUTO, H. de A. *Ergonomia aplicada ao trabalho: manual técnico da máquina humana*. Vol. I e II. Belo Horizonte: Ergo Editora, 1995/96.
- SANTOS, N. & FIALHO, F. A. P., *Manual de Análise Ergonômica no Trabalho*. Curitiba: Gênese Editora, 2ª Ed., 1997.
- <http://www.eps.ufsc.br/disserta96/merino/cap3/cap3.htm>
- [http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/Introducao\\_ST\\_blog.pdf](http://www.if.ufrgs.br/~mittmann/Introducao_ST_blog.pdf)
- SILVEIRA, Paulo R., Santos, Winderson E. *Automação - Controle Discreto*- 5ª Edição, São Paulo: Editora Érica, 1998.
- TAUB, HERBERT & SCHILLING, S.P - *Circuitos digitais e microprocessadores*, McGraw Hill
- Taub, Heubert. *Eletrônica Digital*, MacGraw-Hill do Brasil, 1982.
- <http://www.estejasindustriais.com.br/index.htm>
- <http://www.geometric.ind.br/home>
- <http://www.logisticadescomplicada.com/sistema-de-coleta-automatizada/>

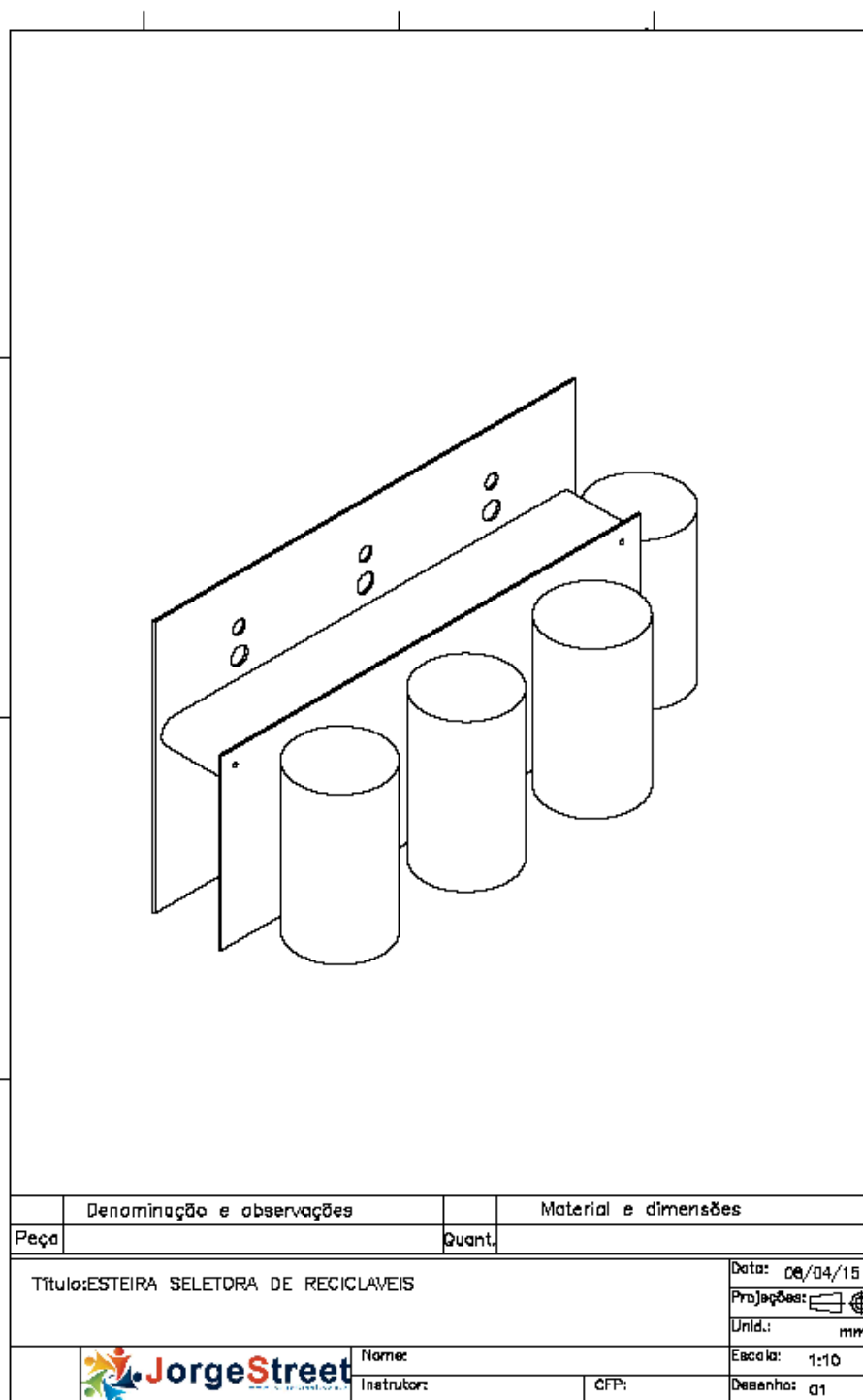
<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br/conteudo/3154-sistemas-de-transportes-automatizados/>

Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer. *Sistemas Digitais, Princípios e Aplicações*, 7a. Edição, LTC, 1998

Milos Ercegovac, Tomás Lang, Jaime H. Moreno. *Introdução aos Sistemas Digitais*, Ed. Bookman, 2000

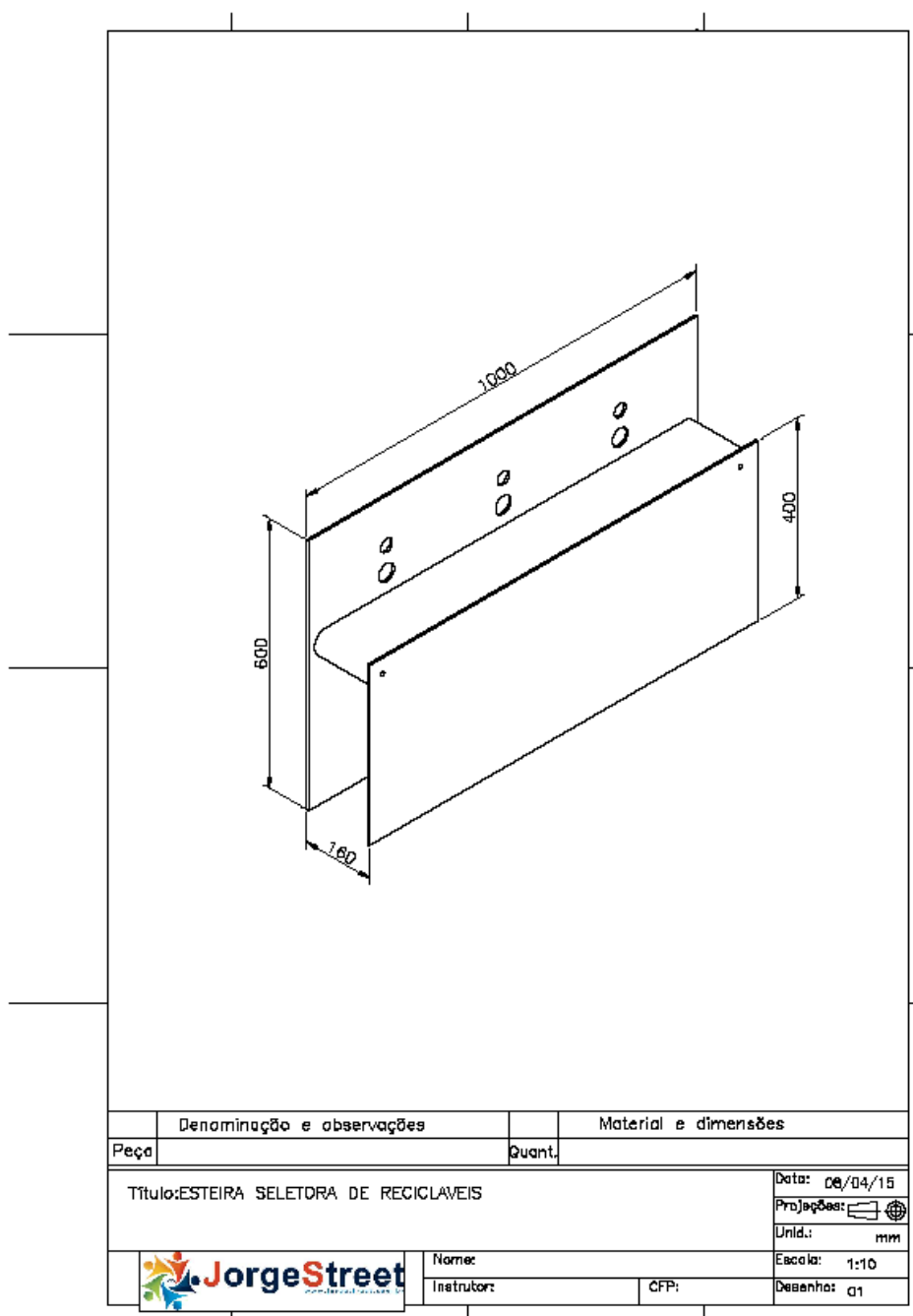
## 8. APÊNDICE

Figura 20 Esteira Modelo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

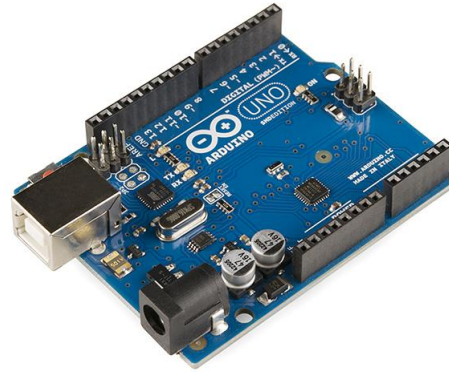
Figura 21 Esteira Cotada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 9. ANEXOS

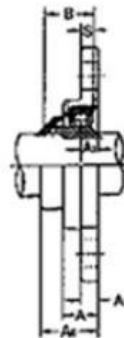
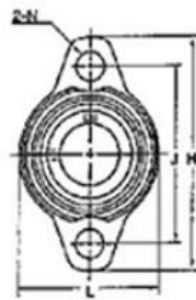
Figura 22 Arduino.



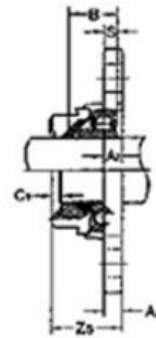
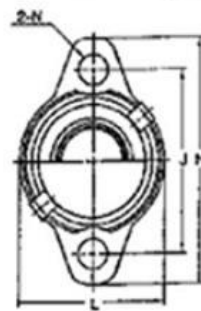
Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Figura 23 Mancal.

KFL000



KFL000C(E)

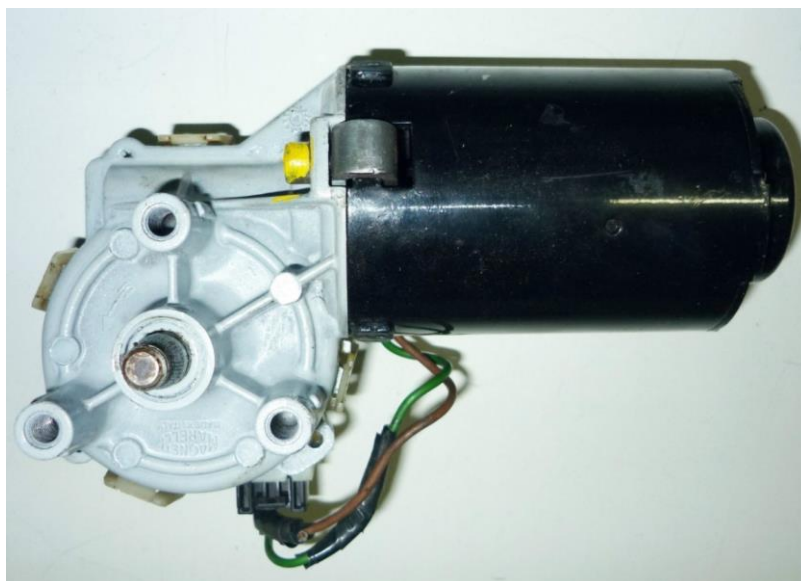


UFL000 Series

| Unit No. | Shaft<br>d(mm) | Dimensions(mm) |    |                |                |    |    |    |     |      | Bolt<br>Size<br>mm | Bearing<br>No. | Housing<br>No. | Weight<br>(kg) |
|----------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----|----|----|-----|------|--------------------|----------------|----------------|----------------|
|          |                | H              | J  | A <sub>2</sub> | A <sub>1</sub> | A  | N  | L  | S   | z    |                    |                |                |                |
| UFL000   | 10             | 60             | 45 | 6              | 6              | 12 | 7  | 36 | 4   | 19.7 | M6                 | U000           | FL000          | 0.07           |
| UFL001   | 12             | 63             | 48 | 6              | 6              | 12 | 7  | 38 | 4   | 19.7 | M6                 | U001           | FL001          | 0.08           |
| UFL002   | 15             | 67             | 53 | 6.5            | 6.5            | 13 | 7  | 42 | 4.5 | 20.7 | M6                 | U002           | FL002          | 0.11           |
| UFL003   | 17             | 71             | 56 | 7              | 7              | 14 | 7  | 46 | 5   | 22.7 | M6                 | U003           | FL003          | 0.14           |
| UFL004   | 20             | 90             | 71 | 8              | 8              | 16 | 10 | 55 | 6   | 26.2 | M8                 | U004           | FL004          | 0.23           |
| UFL005   | 25             | 95             | 75 | 8              | 8              | 16 | 10 | 60 | 6   | 27   | M8                 | U005           | FL005          | 0.27           |
| UFL006   | 30             | 112            | 85 | 9              | 9              | 18 | 13 | 70 | 6.5 | 28.5 | M10                | U006           | FL006          | 0.39           |

Fonte: [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711772441-mancal-para-eixo-12mm-com-rolamento-fuso-pillow-block-linear-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-711772441-mancal-para-eixo-12mm-com-rolamento-fuso-pillow-block-linear-_JM).

Figura 24 Motor.



Fonte: [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-713913913-motor-limpador-parabrisa-do-palio-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-713913913-motor-limpador-parabrisa-do-palio-_JM)