



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – CAMPUS ARCOS

CURSO ENGENHARIA MECÂNICA

**JHONATA IGOR CARVALHO FERREIRA**

**JOÃO VITOR GONTIJO FONTES**

**JOICE PALOMA FARIA**

**MAIARA ALVES MACIEL ROCHA**

**SARA GABRIELA CORRÊA SILVA**

**ROBÔ AUTÔNOMO COM UTILIZAÇÃO DA PLACA ARDUINO GENUINO UNO**

Relatório final apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais(IFMG), referente ao Trabalho Acadêmico Integrador, como requisito parcial para aprovação em todas as disciplinas ministradas no 1º período do Curso de Engenharia Mecânica.

**Orientador:** Prof. Dr. Niltom Vieira Junior.

**ARCOS**

**2016**



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – CAMPUS ARCOS

CURSO ENGENHARIA MECÂNICA

**ROBÔ AUTÔNOMO COM UTILIZAÇÃO DA PLACA ARDUINO GENUINO UNO**

**ARCOS**

**2016**

Aos nossos queridos familiares: Anderson Daniel Ferreira, Maisa de Carvalho Guimarães, Robson Ferreira Fontes, Katia Gontijo, Claudiana Aparecida Alves, Roselene Faria, Luan Felipe Faria, Giovani José Maciel Rocha, Luciene de Lourdes Alves Rocha, Kleber de Sousa Quadros, Maria do Carmo Corrêa.

Dedicamos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus! Sem ele não conseguiríamos concluir este trabalho. Ao apoio e incentivo de nossos familiares, que sempre estiveram ao nosso lado nos momentos difíceis.

Ao nosso orientador Prof. Dr. Nilton Vieira Junior por ter nos ajudado na elaboração desse trabalho, sempre com muita preocupação e zelo.

A todos os professores que lecionaram a nossa turma durante o 1º primeiro de nosso curso, em especial ao Prof. Me. Reginaldo Leão, que nos ajudou com muita paciência.

Aos nossos colegas de classe, pela amizade e companheirismo durante esse período.

## Sumário

Sumário .....	5
1-INTRODUÇÃO .....	9
2- REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1 Cálculo I.....	10
2.2 Desenho Técnico Computacional.....	12
2.3 Geometria Analítica .....	15
2.4 Física I.....	18
2.5 Ciência Tecnologia e Sociedade: .....	23
3-DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	24
4-MATERIAIS UTILIZADOS .....	29
5- CONCLUSÃO .....	30
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXO A- Inspiração do protótipo inicial .....	33
ANEXO B -Planilha de gastos .....	34
ANEXO C – Materiais usados para a confecção do protótipo.....	35

## Lista de ilustrações

Figura 1- Gráfico V(t) .....	10
Figura 2- Desenho das cinco vistas .....	13
Figura 3- Perspectiva isométrica .....	14
Figura 4-Parábolas para construção do parabolóide.....	17
Figura 5- Parabolóide .....	18
Figura 6 - Base inicial .....	26
Figura 7- Carcaça braço robótico .....	27
Figura 8- Vista Frontal .....	28
Figura 9- Vista Superior .....	28
Figura 10- Inspiração de projeto .....	33
Figura 11-Placa de MDF, (24x16) .....	35
Figura 12- Sensor Ultrassônico .....	36
Figura 13 – Placa ArduinoUNO.....	37
Figura 14- Placa Protoboard.....	37
Figura 15- Servos Motores .....	38
Figura 16- Inversor de rotação .....	38

## **RESUMO**

Este relatório apresenta todo o processo de desenvolvimento do protótipo robô autônomo. O robô é controlado pela placa central Arduino UNO que comandará todo o seu desempenho através da determinação do tempo na programação.

A carcaça do protótipo é inteiramente fabricada em MDF, por ser um material maleável e bastante versátil, além de possuir um baixo custo.

**Palavras chaves:** robô autônomo, Arduino, servo motor.

## **Summary**

This report presents the whole development process of the autonomus robot prototype. The robot is controlled by the central board Arduino UNO, that will command all your performance through time determination in programming.

The prototype frame will be entirely made of MDF, as it is a very malleable and versatile material, and is has low cost.

**Keywords:** robotautonomus, Arduino, servo motor.

## 1-INTRODUÇÃO

O estopim para o desenvolvimento das máquinas autônomas se deu com a Primeira Revolução Industrial, quando foram desenvolvidos e aperfeiçoados dispositivos automáticos capazes de manipular peças. As primeiras máquinas automatizadas foram os teares mecânicos das indústrias têxteis. A partir de então, com o desenvolvimento de novas máquinas eficientes, houve uma crescente necessidade imposta pelo mercado e, desde então, máquinas automatizadas passaram a fazer parte das grandes indústrias, tornando os sistemas de produção cada vez mais eficazes (ANDRADE, 2013).

Devido também aos riscos trazidos à vida pelas grandes indústrias, o incentivo aos estudantes de engenharia para desenvolvimento de projetos na área da robótica foi fomentado, fazendo com que o conhecimento na área se tornasse cada vez mais abrangente.

O intuito desse trabalho é planejar e descrever todos os métodos aplicados para a montagem de um robô. O detalhamento de todas as disciplinas utilizadas constituirá como foco principal no decorrer desse relatório. Para isso, serão apresentados e utilizados todos os cálculos e fórmulas empregadas no desenvolvimento do projeto.

A programação do Arduino UNO, que será na linguagem C++, também terá grande importância para o desenvolvimento do protótipo, por ser a placa de comando central do robô.

Para que se tenha a detecção da linha preta a ser seguida durante a trajetória, o robô estará equipado com emissores e receptores de luz na faixa infravermelho baseados na reflexão da luz pela cor branca e absorção pela luz preta (GIOPPO; HIGASKINO; DA COSTA; MEIRA, 2009).

## 2- REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento do projeto foi baseado em livros de Física (YOUNG; FREEDMAN, 2008), Cálculo (STEWART, 2013.), Geometria Analítica (BOULOS; CAMARGOS, 2013) e Desenho Técnico (RIBEIRO, 2013) , além de monografias e relatórios científicos (SOMMERFELD, 2013) .

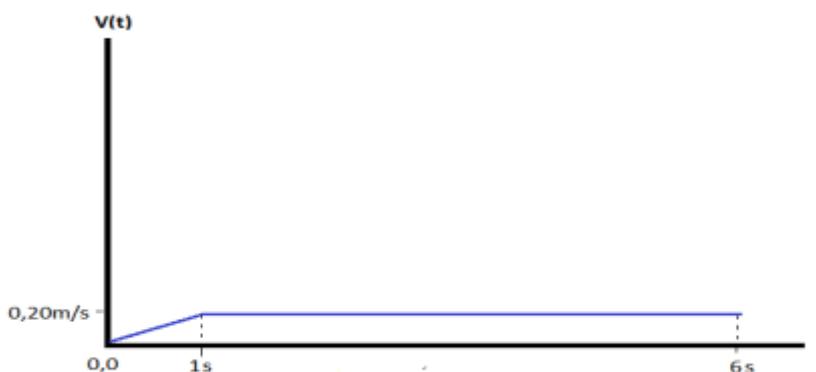
Através desses materiais foi possível obter informações determinantes para iniciação do presente trabalho. Importante salientar que todos os fundamentos teóricos utilizados no projeto foram retirados das referências acima mencionadas.

### 2.1 Cálculo I

A disciplina de cálculo I trouxe um conhecimento significativo para o desenvolvimento do projeto ao longo do período, como os cálculos de limites, derivadas e integrais. Cálculos de áreas através da integral e medições de velocidades instantâneas foram as aplicações escolhidas para serem empregadas no protótipo.

O cálculo de área através da integral foi utilizado de forma a descobrir o trajeto total percorrido pelo robô, sem necessidade de uma medição manual. Esta foi possível a partir da extração de dados por meio instrumentos apropriados e precisos, que possibilitou ao grupo informações como as velocidades do carrinho, o tempo necessário para atingir uma velocidade constante, como também, o tempo gasto para seguir o trajeto desejado. A partir desses dados foi possível a criação de um gráfico da velocidade em função do tempo, e com isso o cálculo da área representada nele. Sendo assim, segue a demonstração do gráfico:

Figura 1- Gráfico V(t)



Fonte: os próprios autores.

Como pode-se perceber, a velocidade passa a ser constante após  $t=1$ , a partir desse fato, a equação  $v(t)$  já está definida após esse ponto, sendo ela  $V(t)=0,20$ . Para que sejam calculadas as velocidades instantâneas de  $t=0$  a  $t=1$ , foi necessário calcular a inclinação da reta para que assim seja encontrada a equação para o cálculo dessas velocidades.

$$V(t)=0,2.$$

$$m= 0,20 - 0/1 - 0$$

$$m= 0,20$$

$$V(t) = 0,20(t)$$

Após obter equação  $V(t)$  sendo  $t=0$  a  $t=1$ , pode-se calcular a velocidade instantânea de qualquer ponto localizado entre esse intervalo de tempo. Sendo assim, segue alguns exemplos:

Ex.1:  $t= 0,5s$

$$V(0,5) = 0,20(0,5) = 0,10m/s.$$

Ex.2:  $t= 0,3$

$$V(0,3)= 0,20(0,3) = 0,06m/s.$$

Logo após ser encontrada a equação para calcular as velocidades instantâneas no intervalo de tempo  $t=0$  a  $t=1$ , pôde ser calculada a área total do gráfico a partir do cálculo das integrais.

$$\int_0^{t_0} V_0(t)dt + \int_{t_0}^1 V_f(t)dt$$

$$\int 0,20t dt = 0,1t^2 \quad + \quad \int 0,20 dt = 0,20t \quad S(1) = 0,20(1) = 0,20$$

$$S(t) = 0,1t^2 \quad S(t) = S(6) - S(1) \quad S(t) = 1,20 - 0,20 = 1m$$

$$S(t) = 0,1(1)^2 = 0,1m \quad S(6) = 0,20(6) = 1,20$$

Somando os dois deslocamentos, foi encontrado o deslocamento total realizado pelo robô:

$$0,1 + 1 = 1,1\text{m}$$

OBS.: As fórmulas matemáticas e os estudos para a realização dos cálculos foram baseados no livro Calculo (STEWART 2013).

## **2.2 Desenho Técnico Computacional**

O desenho é uma figura, uma imagem ou um delineamento geralmente feito à mão, neste caso foi feito em um programa computacional. Entende-se por desenho técnico o sistema de representação técnica de diferentes tipos de objetos.

O seu objetivo é fornecer a informação necessária para analisar o objeto, ajudar a projetá-lo e facilitar a sua concepção ou a sua manutenção.

Como mencionado anteriormente o desenho técnico foi feito em um programa computacional o AutoCAD. O AutoCAD é um programa de desenho criado pela Autodesk para estar auxiliando os engenheiros ou projetistas na confecção de seus projetos.

O programa contém algumas ferramentas que ajudam por exemplo a calcular a área de um a determinada peça, criando ele próprio linhas de construção para que todas as vistas sigam o mesmo padrão, sem esquecer nenhum detalhe da peça.

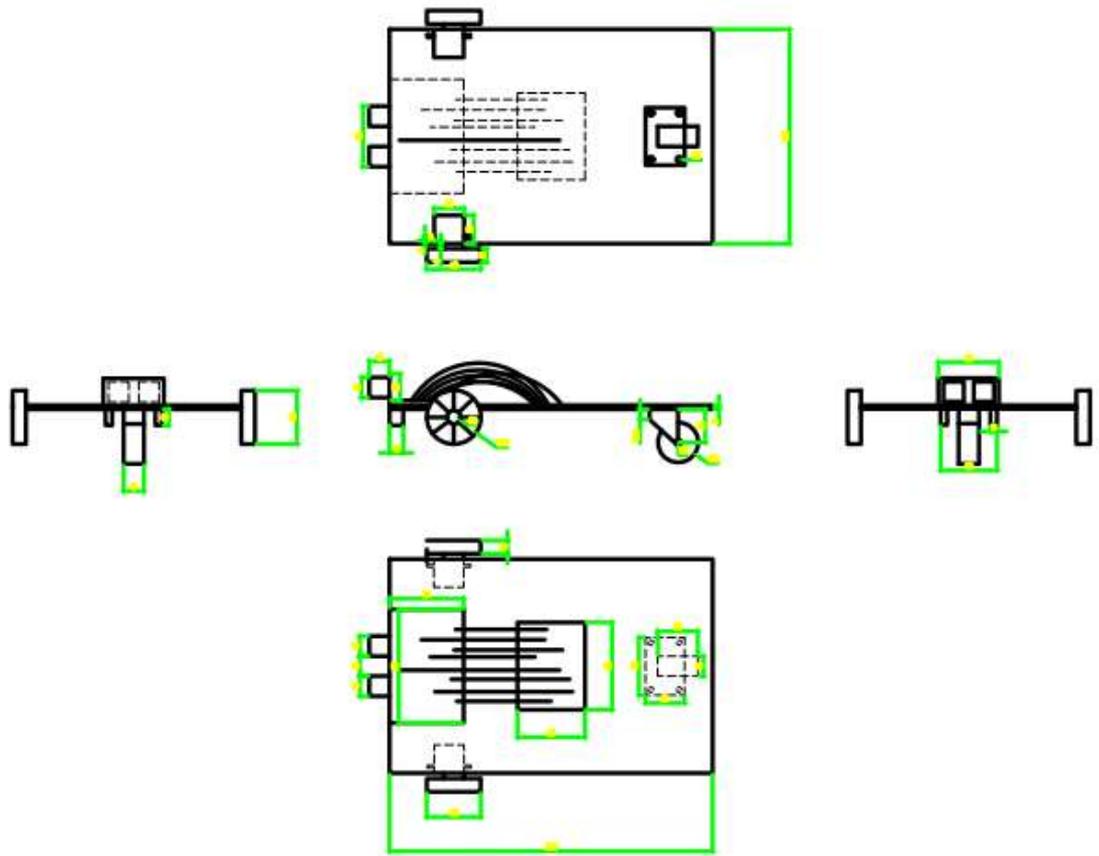
Além é claro, de possibilitar a peça ser feita na perspectiva isométrica e na forma 3D.

Na disciplina de desenho técnico, o grupo decidiu por aplicar os seguintes conteúdos:

- 1- Desenho nas cinco vistas – (lateral esquerda e direita, superior, inferior e frontal).
- 2- Perspectiva isométrica
- 3- Representação do desenho no 1º diedro

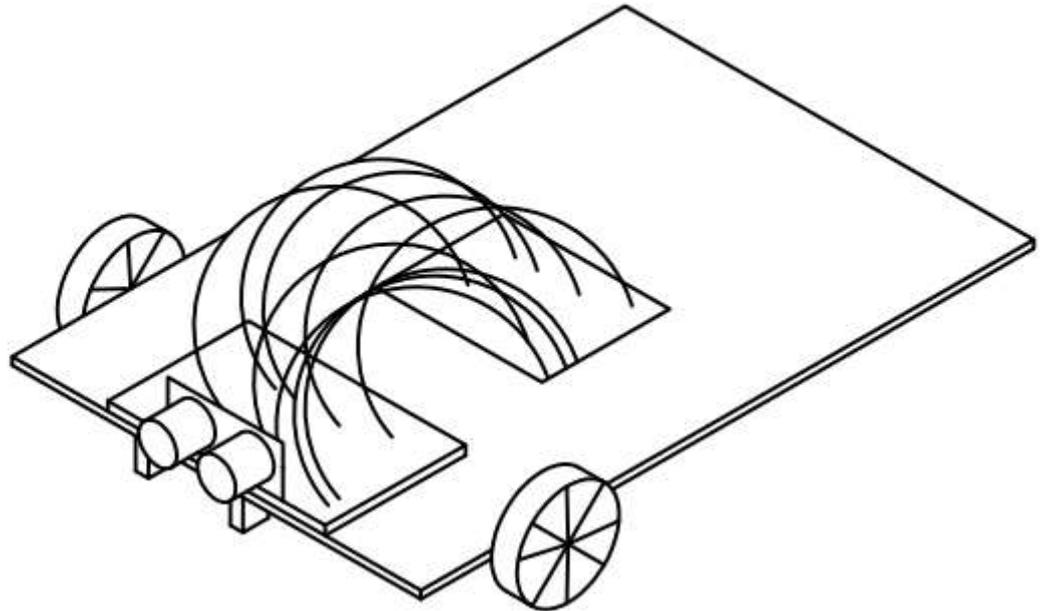
De forma que as imagens dos desenhos realizados serão apresentadas a seguir:

Figura 2- Desenho das cinco vistas



Fonte: Próprios autores

Figura 3- Perspectiva isométrica



Fonte: Próprios autores

Os conteúdos citados acima foram aprendidos no decorrer do semestre e aplicados no TAI de acordo com o conhecimento adquirido na disciplina e que eram necessários serem demonstrados em nosso trabalho.

Alguns dos métodos apresentados foram baseados nos livros Proposta Técnica (REXNORD, 2013), Curso de Desenho Técnico e AutoCAD (RIBEIRO, 2013), Introdução ao Desenho Técnico (ZATTAR, 2016), Desenho Técnico Básico (FERREIRA). Estes foram de grande importância para sanar dúvidas a respeito da disciplina.

## 2.3 Geometria Analítica

A Geometria Analítica foi introduzida por Pierre de Fermat e René Descartes, por volta de 1636, sendo muito importante para o desenvolvimento da Matemática. Através da representação de pontos da reta por números reais, pontos do plano por pares ordenados de números reais e pontos do espaço por ternos ordenados de números reais, curvas no plano e superfícies no espaço podem também ser descritas por meio de equações, tornando possível tratar algebricamente muitos problemas geométricos e, reciprocamente, interpretar de forma geométrica diversas questões algébricas (FREENSEL; DELGADO, 2011).

As matérias aplicadas no protótipo foram definidas a partir das aulas e discussões sobre a disciplina Geometria Analíticas.

Sendo assim, ficou decidido que produto escalar e cônicas seriam aplicadas no projeto, sendo estas úteis para o cálculo do trabalho do braço robótico e para a criação de um parabolóide, respectivamente.

### **Produto escalar:**

A aplicação de produto escalar foi de extrema importância para calcular o trabalho realizado pelo braço robótico, presente no protótipo inicial.

Definição: Sejam os vetores  $\vec{u}$  e  $\vec{v}$ . O produto escalar entre esses vetores, denotado por  $\vec{u} \cdot \vec{v}$ , é um número real determinado por  $\vec{u} \cdot \vec{v} = |\vec{u}||\vec{v}|\cos \theta$ , onde  $0 \leq \theta \leq \pi$  é o ângulo entre  $\vec{u}$  e  $\vec{v}$ . (CRUZ, 20--.)

A fórmula de produto escalar utilizada para calcular o trabalho exercido por determinado corpo:  $W = |F||d| \cdot \cos \theta$ . O objeto utilizado para calcular o trabalho foi um copo plástico 300ml cuja massa é de 0,20g.

Neste caso, a força (F) realizada pelo braço será igual ao peso ( $P=ma$ ), devido ao deslocamento do objeto ocorrer na vertical. O deslocamento total será de 20cm. O ângulo formado com a superfície é  $\theta = 80^\circ$ .

Sendo assim, foram realizados os seguintes cálculos:

$$F=P=ma, \text{ onde } a \text{ é igual a aceleração da gravidade } (9,8\text{m/s}^2)$$

$$F= ma$$

$$F= 0,0002 \cdot 9,8 = 0,00196$$

$$\text{Cos } 80^\circ = 0,17$$

$$W=0,00196 \cdot 0,20 \cdot 0,17 = 0,00006664 \text{ N}$$

### **Cônicas:**

O robô seguidor de linha possui um sistema de detecção do trajeto que se utiliza de sensores infravermelhos. Esses últimos enviam raios de luz que refletem na linha e retornam ao receptor, porém, há um grande escape nesta reflexão.

Para um aprimoramento da precisão dos emissores e receptores, foi desenvolvido o projeto de um paraboloide em uma escala maior do protótipo para que funcione como uma antena parabólica e assim, capte melhor o sinal refletido.

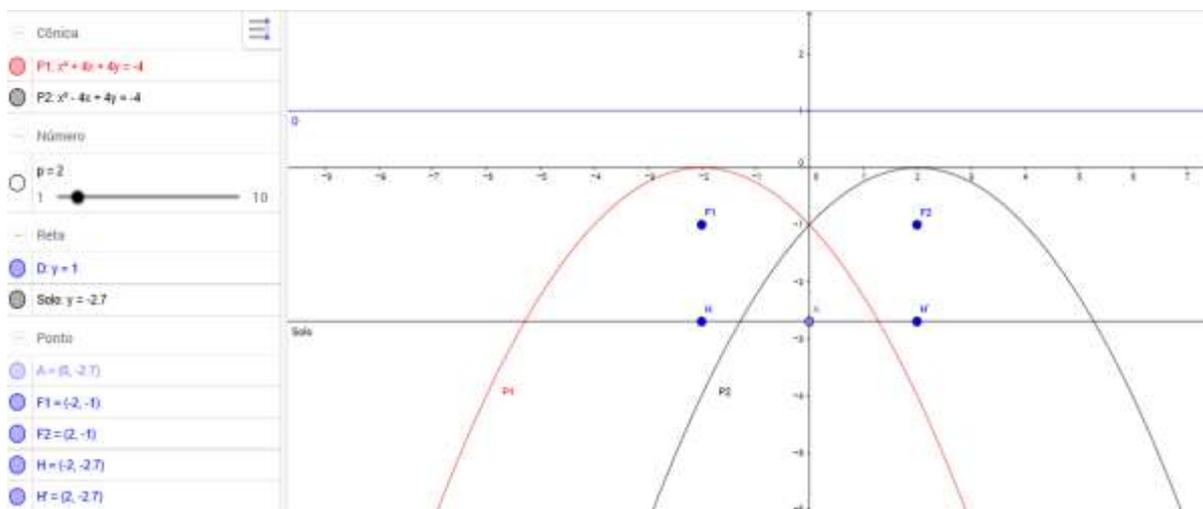
No paraboloide, as parábolas aparecem de forma natural e são as cônicas que mais aparecem como seções planas (paralelas aos planos coordenados). Um paraboloide é denominado elíptico quando suas seções são parábolas ou elipses e é denominado hiperbólico quando suas seções são parábolas e hipérbolas. O paraboloide elíptico possui uma forma semelhante a uma taça e pode possuir um ponto de máximo ou mínimo. Com este formato, um refletor parabólico é utilizado nos espelhos, antenas e objetos semelhantes e uma fonte de luz posicionada no ponto focal desta superfície produz um raio de luz paralelo. Isto também funciona da maneira inversa: um feixe de luz com raios paralelos incidentes no paraboloide é concentrado no ponto focal e também se aplica a outras ondas, como nas antenas parabólicas. O paraboloide elíptico pode ser obtido como uma superfície de revolução, através da rotação de uma parábola ao redor de seu eixo”. (FREIRE, 2013).

A partir desta definição, pudesse confirmar que o parabolóide de forma parabólica seria o melhor candidato para esta aplicação por sua forma parecida com uma antena parabólica.

Na Figura- 4 está presente o melhor formato para captação dos raios infravermelhos. Assim o sensor poderia ser posicionado no foco do receptor.

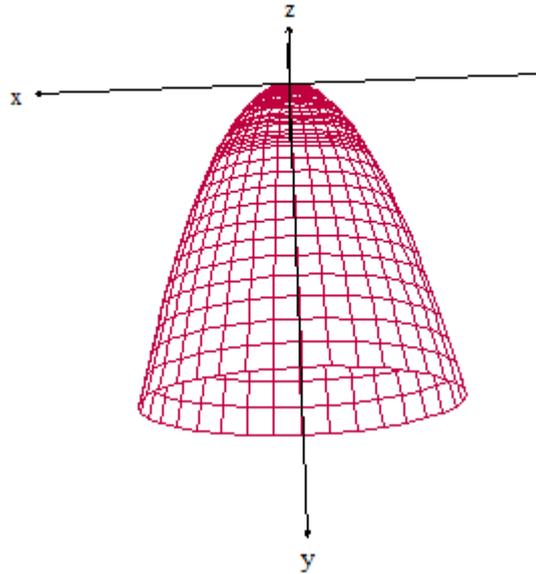
Para calculá-lo e defini-lo foi utilizado o cálculo de parábola, pois, a partir dela, é possível criar a superfície de revolução denominada como parabolóide.

Figura 4-Parábolas para construção do parabolóide



Fonte: Próprios autores.

Figura 5- Parabolóide



Fonte: Próprios autores.

## 2.4 Física I

A aplicação de física para a confecção do robô, inclui os tópicos de aceleração instantânea e média e ainda velocidade média e instantânea. Das leis de Newton poderá ser aplicada apenas a segunda lei. Para auxiliar na compreensão do projeto foram realizados adicionalmente os cálculos de energia cinética e trabalho, todos esses conceitos foram aprendidos ao longo do período.

Todo referencial teórico da matéria de física foi retirado em livros, como Física 1, mecânica de (YOUNG; FREEDMAN, 2008), Curso de física 2 de (ALVARES;LUZ, 1986), grande parte da aplicação foi retirada dos livros Física 2 (SAMPAIO;CALÇADA, 2005) e Física 1 (ALVARES;LUZ, 1999).

### **Cálculo de velocidade e aceleração instantânea:**

Será utilizado o cálculo de velocidade instantânea, com o objetivo de encontrar sua velocidade, quando o intervalo de tempo ( $\Delta T$ ), for infinitamente pequeno, ou seja, quando tender a zero (YOUNG; FREEDMAN,2008).

Através da substituição na equação horária dos dados obtidos nos experimentos, (local que o objeto estará e seu respectivo tempo) usando a seguinte regra de 3:

Equação Horária:

Como  $S_0=0$  e  $V_0=0$

$$S=S_0 + V_0t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$S=\frac{1}{2}at^2$$

Por exemplo no tempo de 1 segundo:

$$6s \text{---} 60cm$$

$$1s \text{---} x$$

$$X=10cm$$

$$X=0,1m$$

$$S=\frac{1}{2}at^2$$

$$0,1=a/2(1)$$

$$A=0,2m/s^2$$

Para facilitar a visualização foi feita a seguinte quadro:

Quadro 1-Cálculos para aceleração instantânea

TEMPO	DESLOCAMENTO	AC. INSTANTÂNEA
2s	0,2m	0,1m/s <sup>2</sup>
3s	0,3m	0,067 m/s <sup>2</sup>
4s	0,4m	0,05 m/s <sup>2</sup>
5s	0,5m	0,04 m/s <sup>2</sup>
6s	0,6m	0,034 m/s <sup>2</sup>
7s	0,7m	0,0284 m/s <sup>2</sup>
8s	0,8m	0,025 m/s <sup>2</sup>
9s	0,9m	0,022 m/s <sup>2</sup>
10s	0,9m	0,018 m/s <sup>2</sup>

Fonte: próprios autores

Através desses cálculos observasse que a aceleração instantânea tem diminuído a medida que o tempo aumenta, tendendo cada vez mais a zero.

De forma que estipulando valores de tempo, percebemos que a aceleração em cada posição, como exemplo no t=3600s

$$6s—60cm$$

$$3600s—x$$

$$X=36000cm$$

$$X=360m$$

$$360=1/2 a (3600)^2$$

$$A=0,000056$$

De forma que aplicando o conceito de limite na aceleração podes se perceber que está se torna tão pequena ao ponto de ser considerada zero:

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{at}{2} = 0$$

### Velocidade instantânea:

Através dos cálculos de velocidade instantânea se constata que a velocidade permanece constante em todos os intervalos de tempo. Para comprovação foi calculada a velocidade instantânea em cada segundo:

Por exemplo no tempo de 1s:

$$V=V_0+at$$

$$V(t)=V_0+at$$

$$V(1)=0+0,2(1)$$

$$V(1)=0,2$$

Para facilitar a visualização dos cálculos segue o quadro:

Quadro 2- Cálculos para velocidade instantânea

TEMPO	AC. INSTANTANÊA	VEL. INSTANTANÊA
2s	0,1m/s <sup>2</sup>	0,2
3s	0,067 m/s <sup>2</sup>	0,2
4s	0,05 m/s <sup>2</sup>	0,2
5s	0,04 m/s <sup>2</sup>	0,2
6s	0,034 m/s <sup>2</sup>	0,2
7s	0,0284 m/s <sup>2</sup>	0,2

Fonte: Próprios autores.

Constatasse que a velocidade se mantém constante em todos esses pontos e assim por diante. Juntamente, também é necessário o cálculo de velocidade média, através do deslocamento total e o tempo decorrido aplicando o conceito de movimento retilíneo uniforme (ALVARES; LUZ,1986).

$$V_m = \Delta s / \Delta t$$

$$V_m = 0,6 / 6$$

$$V_m = 0,1$$

### **Cálculo de aceleração média:**

A aceleração média será definida se considerarmos a variação de velocidade  $\Delta v$  em um intervalo de tempo  $\Delta T$ , com o objetivo de auxiliar nos cálculos restantes:

$$A_m = \Delta V / \Delta T$$

$$A_m = 0,2 / 6^2$$

$$A_m = 0,034$$

### **Leis de Newton:**

Das leis de Newton poderá ser aplicada somente a segunda lei, dinâmica a qual diz que a força resultante que age sobre um corpo deve ser igual ao produto da massa do corpo por sua aceleração (SAMPAIO; CALÇADA,2005):

$$F = ma$$

$$F = 0,4 \times 9,8$$

$$F = 3,92N$$

### **Energia Cinética:**

A energia cinética está relacionada com o movimento do corpo, este tipo de energia é uma grandeza escalar que depende da massa e do módulo da velocidade do corpo em questão, será utilizada para medir a energia de movimento do carro (ALVARES; LUZ,1999).

$$E_c = mv^2 / 2$$

$$E_c = 0,4(0,2)^2 / 2$$

$$E_c = 0,008 \text{ m/s}^2$$

### **Trabalho:**

O trabalho total realizado pelo robô é medido através do produto entre a força e a variação do deslocamento, de forma que o deslocamento sendo perpendicular a superfície o cosseno do ângulo é 1:

$$W = F \Delta s$$

$$W = 3,92 \times 0,6$$

$$W = 2,352 \text{ J}$$

### **2.5 Ciência Tecnologia e Sociedade:**

A disciplina ciência tecnologia e sociedade foi aplicada no projeto com fins de verificar o seu benefício para a sociedade. Algumas ideias ainda prematuras, e outras que não poderão ser aplicadas imediatamente devido ao fato de ser apenas um protótipo, são as seguintes: o carro seguidor de linha poderá ser usado no auxílio a deficientes visuais, ele andará na frente do indivíduo apitando ao detectar qualquer objeto que obstrua seu caminho.

Outra utilidade seria na rodovia onde ele se moveria continuamente por toda sua extensão detectando e sinalizando qualquer obstrução.

Futuramente caso ocorra um redimensionamento, ele será ideal para o uso industrial com o auxílio de um paraboloide para detectar a linha para seu direcionamento.

As utilidades do robô com o braço robótico são as seguintes: ele poderá ser usado em escritórios para distribuir documentos sem a necessidade de uma pessoa para cumprir essa

função, além de organização de documentos uma atividade repetitiva que condiciona a uma doença chamada LER, causada por movimento repetitivo.

Outra utilidade seria o auxílio de deficientes físicos que não possuem os membros superiores ou inferiores, para pegar objetos que eles necessitem tudo sendo controlado por programação.

### **3-DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

O desenvolvimento do projeto se iniciou a partir de ideias de protótipos que deveriam abarcar todas as disciplinas ministradas no primeiro período, bem como, um objeto que fosse útil à sociedade. As ideias iniciais de criação foram diversas, dentre elas destaca-se a fabricação de protótipos como avião, drone, braço robótico e robô seguidor de linha.

A partir de discussões e pesquisas sobre a confecção e desenvolvimento do protótipo, ficou decidido que o objeto central do trabalho seria o carro seguidor de linha juntamente com o braço robótico. Tal decisão foi tomada face a possibilidade de englobar todas as matérias lecionadas e ainda, por ser uma criação recente e inovadora na indústria brasileira.

Na etapa preliminar foram confeccionadas a partir de papelão a base do robô e a carcaça do braço robótico cujas medidas foram inspiradas em peças do Mercado Livre<sup>1</sup>(APÊNDICE A). Apesar do empenho dos colaboradores, o presente protótipo apresentou alguns problemas, como por exemplo, a base não foi confeccionada conforme os parâmetros proporcionais ao tamanho do braço robótico e a mesma ficou grande ao ponto do braço não conseguir alcançar o objeto pretendido.

Em face desse contratempo, houve necessidade de cortar a base ao meio e com isso a carcaça do braço foi elevada seis centímetros. Optou-se também, pela confecção em papelão de menor espessura (se comparado com o anterior) por ele permitir maior maleabilidade e apresentar menor peso, para com isso obter melhor rendimento, já que, os motores não seriam submetidos à exaustão.

No decorrer da fabricação do robô, foram surgindo outros problemas, principalmente em relação ao braço robótico, pois, após a fabricação da carcaça do braço, os servos motores

---

<sup>1</sup> Disponível em: [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-738939355-kit-chassi-robo-carro-hermesbraco-robotico-tipo-2-arduino-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-738939355-kit-chassi-robo-carro-hermesbraco-robotico-tipo-2-arduino-_JM) (Acesso em: 01 dez. 2016).

começaram a serem introduzidos nas articulações e na garra, para finalmente iniciar com os testes.

Durante a realização dos testes, foi observado que os servos não estavam sendo capazes de mover a carcaça. Portanto, em razão dessa incapacidade do servo e a dificuldade para fabricar o braço em um material mais leve, ficou convencionado entre os integrantes que o braço não faria mais parte do projeto.

Tomada a decisão de retirada do braço robótico, ficou acordado que a base do robô seria feita de outro material para evitar a deformação e tornar mais resistente o protótipo.

Logo, a nova base foi confeccionada em MDF, pois é um material de baixo custo e ideal para o sustento da central de comando. No entanto, os motores de 6V (seis volts) utilizados para mover as rodas não possuíam força para movimentar o protótipo, destarte não continham torque suficiente, razão pela qual fez-se necessário a troca do referido por servos motores que foram modificados para girarem em trezentos e sessenta graus.

Devido a erros de programação o carro não foi capaz de seguir a linha, conseqüentemente, a única opção foi tornar o robô totalmente autônomo, sem a ideia inicial de seguimento da trajetória. A nova programação tem por objetivo o controle total do robô fazendo que seu deslocamento seja determinado em função do tempo.

Importante destacar que, foram feitos diversos testes com os servos para aferir se suas rotações estavam de acordo com o planejado. A partir da programação constatou-se que tudo estava em ordem, com isso, foram acoplados ao protótipo os servos para o teste final. Ao acionar o robô, percebeu-se que o mesmo se encontrava em perfeito funcionamento, logo, foram retiradas as informações necessárias para eventual aplicação dos cálculos.

Todavia, ao recolocar o protótipo em atividade, foi descoberto que um dos servos havia fechado um curto-circuito devido a um defeito de fabricação não observado pelos integrantes do grupo.

Tal defeito ocorreu em virtude de uma solda precária, pois, essa permitiu um pequeno movimento dos fios o que terminou por ocasionar um atrito entre o fio de alimentação e o fio terra. Assim, houve a queima do componente.

Já na etapa final do trabalho, ocorreu um imprevisto, pois, o robô que até então funcionava perfeitamente, teve um dos seus servos queimados em virtude dos erros já especificados acima.

Dessa forma, não teve tempo hábil para substituição (já que o protótipo deveria ser entregue em data já definida com o professor responsável) tampouco possibilidade de aquisição de um novo.

### **Etapas do desenvolvimento:**

Na etapa preliminar, como citado anteriormente, foram confeccionadas a base do robô e a carcaça do braço, ambas inteiramente de papelão. A base possui um comprimento de 50cm e uma largura de 27cm, e a curvatura feita na parte frontal possui um raio de 12cm. O braço robótico foi feito com 3 articulações e duas partes de papelão cuja medidas eram de 10cm e 15cm. A seguir estão as imagens referentes a cada confecção citada:

Figura 6 - Base inicial



Fonte: Próprios autores

Figura 7- Carcaça braço robótico



Fonte: Próprios autores.

Pode-se perceber que na imagem referente a base do robô, estão presentes rodas com motores acoplados.

Estes foram retirados de carros de brinquedos e colados no protótipo com cola quente e fita isolante.

A roda possui raio de 9cm e o motor uma tensão de 6v.

Já na etapa final, após vários imprevistos citados no desenvolvimento, o protótipo final possuía especificações muito distintas da etapa inicial.

O material e as medidas da base do robô foram alterados, sendo a base atual fabricada em MDF e com medidas de 16cmx24cm.

Também houve a substituição dos motores de 6V (seis volts) por micro servos motores de tensão de operação de 3 a 7,2 V, e das rodas por outras de 2cm de raio e 2,5cm de espessura.

As rodas foram anexadas no carrinho com a utilização de abraçadeiras e parafusos, pois assim elas ficariam mais firmes e adequadas para o funcionamento do protótipo.

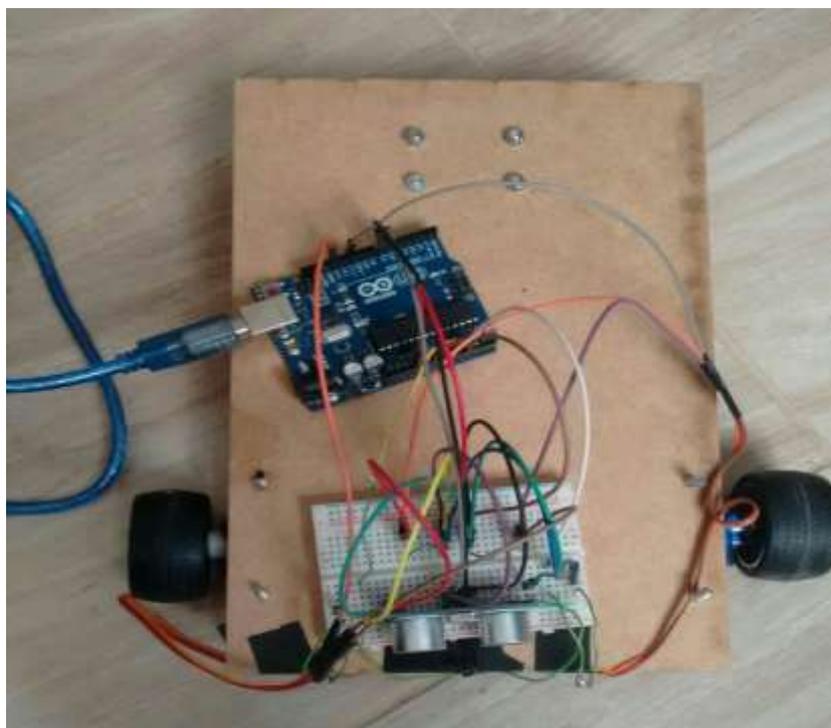
Abaixo segue as imagens do protótipo final:

Figura 8- Vista Frontal



Fonte: Próprios autores

Figura 9- Vista Superior



Fonte: Próprios autores

OBS.: As peças e placas presentes nas imagens, que não foram citadas estão dispostas no ANEXO C.

#### **4-MATERIAIS UTILIZADOS**

Os materiais utilizados para a confecção do protótipo inicial podem ser vistos na lista a seguir:

- 1- 1 placa de papelão grossa (para a base do robô)
- 2- 1 placa de papelão fino (para a carcaça do braço)
- 3- 2 Rodas recicladas de carros de brinquedos
- 4- 2 Motores de 6V retirados de carros de brinquedo
- 5- 1 roda de alumínio e plástico
- 6- 4 servos motores
- 7- 1 Arduino UNO
- 8- 1 Motor Shield
- 9- 1 Protoboard
- 10- 1 sensor ultrassônico
- 11- 2 leds infravermelhos emissores
- 12- 2 leds infravermelhos receptores

Materiais utilizados para a confecção do protótipo final:

- 1- 1 placa de MDF (16x24)
- 2- 2 rodas menores retiradas de carros de brinquedo (raio:2cm, espessura:2,5cm)
- 3- 1 Arduino UNO
- 4- 1 Protoboard
- 5- 1 Sensor Ultrassônico
- 6- 2 servos motores

OBS.: Os preços dos materiais utilizados estão dispostos no ANEXO B.

## **5- CONCLUSÃO**

A partir do desenvolvimento do projeto, foi possível compreender a complexidade da construção de um robô seguidor de linha com o braço robótico. Devido a isto, houve problemas na hora da fabricação, fazendo com que a ideia inicial do protótipo fosse modificada.

Tomada a decisão de mudança, ficou estabelecido que o novo robô seria fabricado, mas que seguiria o trajeto de forma autônoma, sem que ocorresse a detecção da linha preta a ser seguida.

Devido ao fato de menor a dificuldade em programar um robô autônomo, os seus comandos serão por tempo, facilitando o trabalho. Os erros frequentes se deveram a falta de experiência e conhecimento técnico de todos os alunos.

Entretanto a confecção desse projeto foi de grande aprendizado para todos os integrantes do grupo.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Daniel Spillere. Projeto: **Robô Seguidor de Linha**. Relatório de Laboratório em Eletrônica Aplicada, UFSC – Departamento de Engenharia Elétrica. Florianópolis, 2013.

GIOPPO, Lucas Longen; HIGASKINO, Marcelo MassãoKataoka; DA COSTA, Ricardo Fantin; MEIRA, William HitoshiTsunoda. **Robô Seguidor de Linha**. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Departamento Acadêmico De Eletrônica/Informática Curso De Engenharia Da Computação, Curitiba, 2009.

STEWART, James. **Cálculo**.v.1, 7ªed., São Paulo: Editora Trilha Educacional, 2013.

FRENSEL, Katia; DELGADO, Jorge. **Geometria Analítica**. Curso de Licenciatura em Matemática- Núcleo de educação à distância, UFMA. Niterói, 2011. Disponível em: <http://www.mat.ufrgs.br/~portosil/geometria-analitica-ufma.pdf>. (Acessado em: 07 dez. 2016).

CRUZ, Luiz Francisco da.**Cálculo vetorial e Geometria Analítica**. Departamento de Matemática, UNESP. Bauru, (s/d).

BOULOS, Paulo; CAMARGOS, Ivan de. **Geometria Analítica um tratamento**. 3ªed., São Paulo: Editora Makron Books do Brasil Ltda, 2005.

SOMMERFELD, Guilherme Freire Franco. **Cônicas, quadráticas e suas aplicações**. Instituto de Ciências Exatas – ICEX, UFMG- Departamento de Matemática. Belo Horizonte, 2013.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN,Roger A. **Física 1,mecânica**.12 .ed. São Paulo : Addison Wesley, 2008.

ALVARES,BeatrizAlvarenga;LUZ,Antônio Máximo Ribeiro da.**Curso de física**.2 .ed.São Paulo :Harper e Row,1986.

LUZ,Antônio Máximo Ribeiro da; ALVARES,Beatriz Alvarenga.**Física**.1 .ed. São Paulo :Scipione,1999.

SAMPAIO, José Luiz; CALÇADA, Caio Sérgio. **Física 2.2** .ed. São Paulo :Atual editora, 2005.

REXNORD , Correntes Ltda, **Proposta Técnica 216/2013 ver.01** – Retrofit do Elevador 80-2118, 2013.

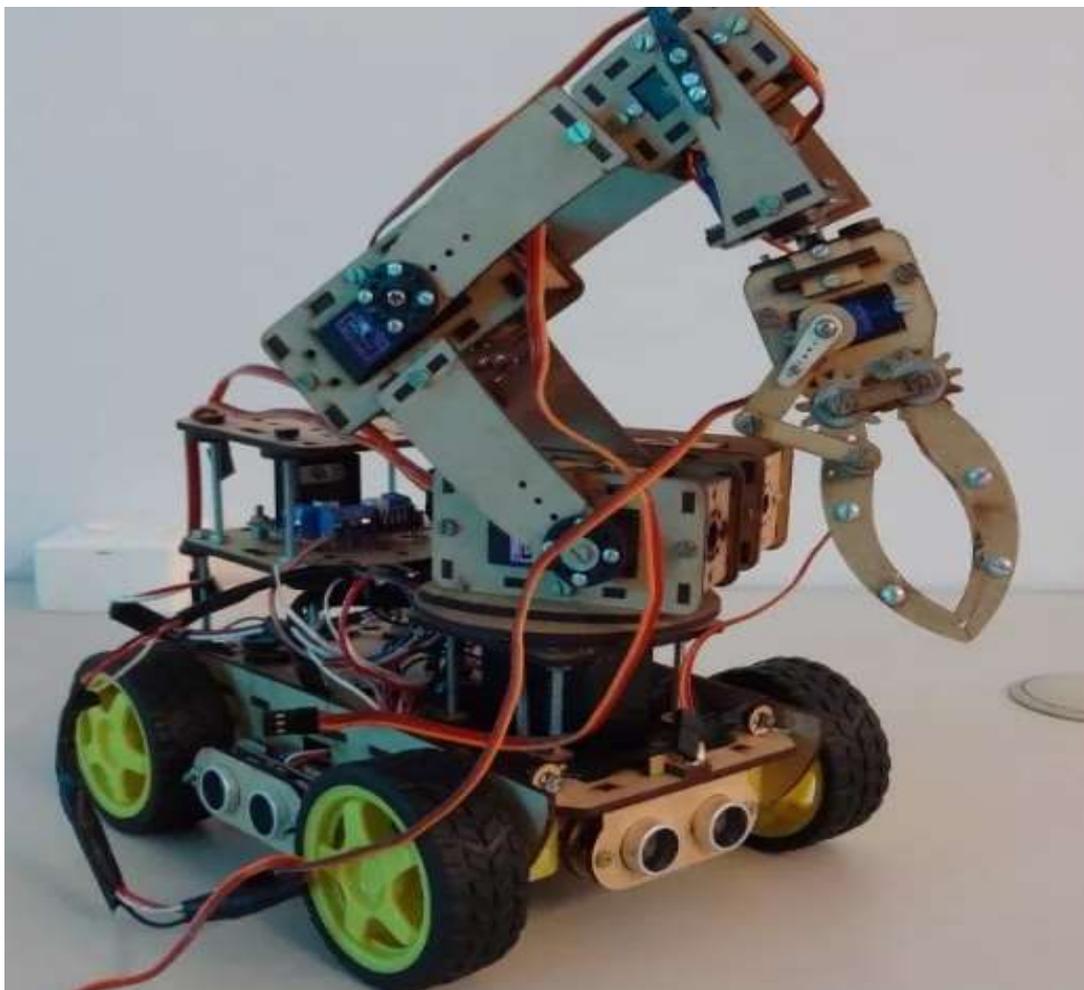
RIBEIRO, A.C.et.al., **Curso de Desenho Técnico e Autocad**. Editora Pearson, São Paulo, 2013

ZATTAR , Isabel Cristina .**Introdução ao Desenho Técnico** .1ª Editora Curitiba: Intersaberes , 2016

FERREIRA, Maria Teresa Miceli Patricia . **Desenho Técnico Básico**. Editora Ao Livro Técnico, Curitiba S/D

## APÊNDICE A- Inspiração do protótipo inicial

Figura 10- Inspiração de projeto



Fonte: [http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-738939355-kit-chassi-robo-carro-hermesbraco-robotico-tipo-2-arduino\\_JM..](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-738939355-kit-chassi-robo-carro-hermesbraco-robotico-tipo-2-arduino_JM..) (Acessado em: 01 dez. 2016).

## **APÊNDICE B -Planilha de gastos**

Motor Shild: R\$83,80

4 Servos Motores: R\$73,86

4 Sensores Ultrassônicos: R\$72,80

1Bateria de 9V: R\$20,00

3ledsemissores: R\$5,40

3leds receptores: R\$5,40

8 resistores: R\$0,80

10 Parafusos fenda: R\$ R\$1,10

10 Porcas: R\$0,60

1 Placa (cmxcm) de maderite:

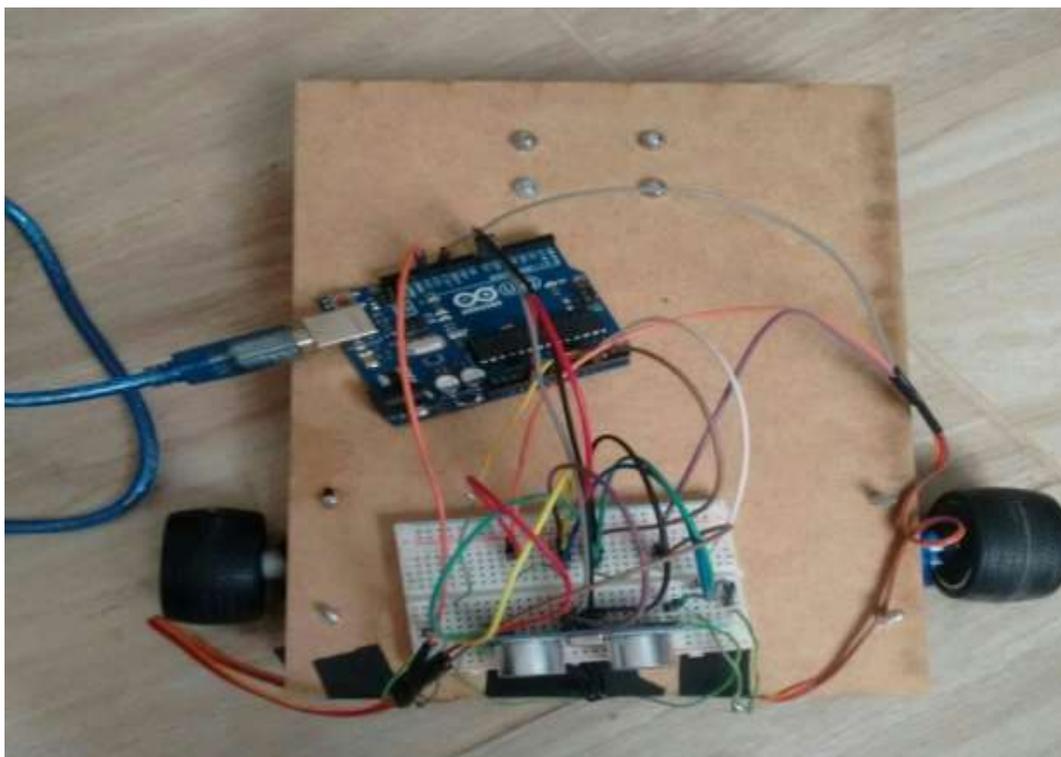
2 Abraçadeiras U de metal:

**TOTAL: R\$263,76**

## APÊNDICE C – Materiais usados para a confecção do protótipo

Placa de MDF :

Figura 11-Placa de MDF, (24x16)



Fonte: Próprios autores

### Sensor Ultrassônico:

Este é um sensor de ultrassom muito simples e útil. Há quatro pinos que podem ser usados para fazer a interface com o sensor: VCC, trig. (sinal de pino de saída), o ECHO (entrada de sinal de pinos), e GND.

Figura 12- Sensor Ultrassônico



Fonte: Próprios autores.

### Arduino:

Arduino / Genuíno Uno é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328P ([folha de dados](#)). Dispõe de 14 pinos digitais de entrada / saída (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo 16 MHz, a conexão USB, um cabeçalho ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o necessário para apoiar o microcontrolador; basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC-CC ou bateria para começar.

"Uno", uma em italiano e foi escolhido para marcar o lançamento do Arduino Software (IDE) 1.0. O conselho Uno e versão 1.0 do Arduino Software (IDE) foram as versões de referência do Arduino, agora evoluíram para versões mais recentes. O conselho Uno é o primeiro de uma série de placas Arduino USB, eo modelo de referência para a plataforma Arduino.

Figura 13 – Placa Arduino UNO

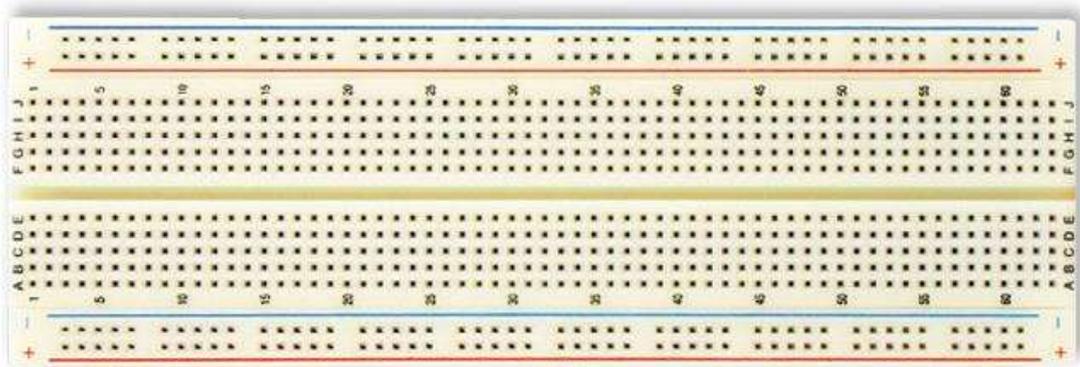


Fonte: Próprios autores.

### Protoboard:

Placa de montagem e testes de circuitos elétricos, é uma placa com furos e conexões condutoras. Possui grande facilidade de inserção de componentes já que não necessita de soldagem.

Figura 14- Placa Protoboard



Fonte: Próprios autores.

### **Servos Motores:**

Servos motores, são usados em várias aplicações quando se deseja movimentar algo de forma precisa e controlada.

Sua característica mais marcante é a sua capacidade de movimentarmos seu braço até uma posição e mantê-lo, mesmo quando sofre uma força em outra direção.

Figura 15- Servos Motores



Fonte: Próprios autores.

### **Inversor de rotação:**

Uma ferramenta que inverte a rotação do motor.

Figura 16- Inversor de rotação



Fonte: Próprios autores.

