

**COLÉGIO E FACULDADE DE TECNOLOGIA ENSITEC**  
**CURSO TÉCNICO EM MECATRÔNICA INDUSTRIAL**

**AGV**  
**VEÍCULO GUIADO POR SINAIS IMPRESSOS NO CHÃO**

]

**CURITIBA**

**2011**

**BRUNO JOSÉ BORGES MARQUES**  
**CARLOS HENRIQUE DOS SANTOS**  
**DIEGO AZEVEDO DINIZ**  
**FARID ZAIDAN NETO**  
**FLÁVIO DO VALE DA SILVA**  
**JOÃO PAULO FEIFER CORDEIRO**  
**LENILDO DIAS BRANDÃO**  
**LUIZ GASTÃO DE LARA JUNIOR**  
**MARCOS LOPES MACIEL**  
**THIAGO RIBEIRO DO VALE**

**AGV**

**VEÍCULO GUIADO POR SINAIS IMPRESSOS NO CHÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Técnico em Mecatrônica Industrial no curso Técnico em Mecatrônica Industrial do Colégio e Faculdade de Tecnologia Ensitec.

Orientador: Profº Sandro Pires

**CURITIBA**

**2011**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

BRUNO JOSÉ BORGES MARQUES

CARLOS HENRIQUE DOS SANTOS

DIEGO AZEVEDO DINIZ

FARID ZAIDAN NETO

FLÁVIO DO VALE DA SILVA

JOÃO PAULO FEIFER CORDEIRO

LENILDO DIAS BRANDÃO

LUIZ GASTÃO DE LARA JUNIOR

MARCOS LOPES MACIEL

THIAGO RIBEIRO DO VALE

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial à obtenção do grau de Técnico em Mecatrônica Industrial no curso de Técnico em Mecatrônica Industrial da Faculdade de Tecnologia Ensitec, pelos seguintes examinadores.

Orientador: Prof. Sandro Pires

Curso Técnico em Mecânica, ENSITEC

Curitiba, 28 de novembro de 2011

## RESUMO

Neste trabalho desenvolveu-se a construção de um veículo automatizado cuja função é o transporte de peças, materiais e ferramentas, evitando que um operário seja designado para esta tarefa. O veículo é composto por uma estrutura mecânica metálica, construída de maneira robusta com capacidade de transportar até 40 kg.

Sua locomoção é feita por meio de motores elétricos, controlados por um micro controlador que é capaz de guiar o veículo para frente em linha reta, além de fazer curvas em função do acionamento dos motores.

O caminho a ser seguido é definido pela leitura de sensores óticos posicionados na parte dianteira do veículo, que são capazes de identificar uma linha ou um sinal impresso no chão e converter em comandos de direção ou controle que são interpretados pelo controlador, que então realiza os movimentos desejados.

Para segurança o veículo possui sensor de colisão frontal com alerta, bem como avisos sonoros e visuais para evitar acidentes. Possui sistema de recarga de baterias, a qual deve ser trocada manualmente pelo operador.

Com o projeto do veículo automatizado o processo de transporte de peças e ferramentas torna-se seguro e prático, permitindo assim que outros processos possam ser realizados com mais eficiência, sendo flexível e atendendo a necessidade do cliente com custo reduzido.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - WBS de pintura de uma sala .....	18
Figura 2- Diagrama de Gantt .....	19
Figura 3 – Estrutura do 5W2H .....	21
Figura 4 – Planejamento de FMEA .....	22
FIGURA 5: Diagrama de causa e efeito.....	24
FIGURA 6 - Diagrama de ISHIKAWA .....	25
Figura 7: Símbolos utilizados no fluxograma. ....	26
Figura 8: Exemplo de Fluxograma .....	27
Figura 9: Fixação por mancal de deslizamento .....	36
Figura 10: Vista de rolamentos em esfera .....	38
Figura 11: Painel de Controle .....	67
Figura 12: Utilização do Painel de Controle.....	69
Figura 13: AGV .....	71
Figura 14: Mancal usinado no projeto.....	74
Figura 15: Roda fixa utilizada no AGV .....	76
Figura 16: Rodas de rodízio giratório .....	77
Figura 17: Eixo Usinado para o Projeto .....	77
Figura 18: Rolamento utilizado no projeto .....	81
Figura 19: Motor utilizado no projeto.....	83
Figura 20: Circuito do motor.....	85
Figura 21: Circuito divisor de tensão.....	86
Figura 22: Circuito do painel de controle .....	86
Figura 23: Bateria utilizada no projeto .....	88
Figura 24: Painel de controle elétrico.....	90
Figura 25: Sensor ótico difuso utilizado no projeto .....	90

## LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Quadro de Pontuação dos Índices de Riscos .....	22
Tabela 2: FMEA do produto <b>Error! Bookmark not defined.</b> <b>Error! Bookmark not def</b>	
Tabela 3: Vantagens e desvantagens de mancal de deslizamento .....	33
Tabela 4: Catálogo NACHI para a especificação do eixo .....	81

## LISTA DE SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGV	- Automatically Guided Vehicle
WBS	- Work Breakdown Structure
NBR	- Norma Brasileira
EAP	- Estrutura analítica do projeto
PMBOK	- Project Management Body of Knowledge
FMEA	- Análise do Tipo e Efeito de Falha
CPU	- Central Processing Unit
PLC	- Programmable Logic Controller
DIN	- Deustcher Industrie Normen
PWM	- Pulse Width Modulation
NEMA	- National Manufactures Association

## LISTA DE SÍMBOLOS

$V_0$  - Velocidade inicial

A - Ampère

V - Volts

W - Watts

## SUMÁRIO

TERMO DE APROVAÇÃO .....	3
RESUMO .....	5
LISTAS DE ILUSTRAÇÕES .....	6
LISTAS DE TABELAS.....	7
LISTA DE SIGLAS .....	8
LISTA DE SÍMBOLOS .....	9
SUMÁRIO .....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Objetivos .....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 Justificativa.....	14
2 Fundamentação Teórica .....	14
2.1 Ferramentas Gerenciais.....	15
2.1.1 Escopo.....	15
2.1.2 WBS.....	16
2.1.3 Diagrama de Gantt .....	18
2.1.4 5W2H.....	20
2.1.5 FMEA.....	21
2.1.6 Diagrama de causa e efeito.....	24
2.1.7 Fluxograma.....	26
2.2 Aspectos Técnicos .....	28
2.2.1 Projeto mecânico .....	28
2.2.1.1 Aço 1020 .....	29
2.2.1.2 Elementos de Fixação .....	30
2.2.1.2.1 Parafuso .....	31

2.2.1.2.2	Rebites.....	31
2.2.1.3	Mancal .....	32
2.2.1.4	Soldagem.....	34
2.2.1.5	Rodas.....	35
2.2.1.6	Eixo .....	35
2.2.1.6.1	Materiais para os eixos.....	36
2.2.1.7	Rolamento.....	37
2.2.1.7.1	Rolamentos de esfera.....	37
2.2.2	Projeto eletro/eletrônico.....	38
2.2.2.1	Motor elétrico .....	40
2.2.2.2	PLC .....	40
2.2.2.3	Drivers.....	42
2.2.2.4	Baterias.....	43
2.2.2.5	Sinalizadores .....	44
2.2.2.6	Botões .....	45
2.2.2.7	Sensores.....	45
2.2.2.8	NR 10.....	46
2.2.2.9	NR 12.....	47
2.2.2.10	NR 26.....	47
3	METODOLOGIA .....	48
4	desenvolvimento .....	50
4.1	Ferramentas Gerenciais.....	50
4.1.1	Escopo.....	50
4.1.1.1	Objetivo.....	50
4.1.1.2	Justificativa .....	50
4.1.1.3	Infra-Estrutura .....	51
4.1.1.4	Atividades .....	51
4.1.1.5	Premissas .....	52
4.1.1.6	Restrições .....	53
4.1.2	WBS.....	53

4.1.3	Diagrama de Gantt .....	53
4.1.4	5W2H.....	56
4.1.5	FMEA.....	56
4.1.6	Diagrama de causa e efeito.....	62
4.1.7	Fluxograma.....	62
4.1.8	Plano de manutenção preventiva .....	65
4.1.9	Manual de operações .....	67
4.2	Aspectos Técnicos .....	70
4.2.1	Projeto mecânico.....	70
4.2.1.1	Aço 1020.....	70
Dimensionamento da estrutura física do veículo .....		70
4.2.1.2	Elementos de Fixação .....	73
4.2.1.3	Mancal .....	74
4.2.1.4	Soldagem.....	75
4.2.1.5	Rodas.....	75
4.2.1.5.1	Rodas traseiras.....	75
4.2.1.5.2	Rodas dianteiras.....	76
4.2.1.6	Eixo .....	77
4.2.1.7	Rolamento.....	79
Cálculo para capacidade de carga do rolamento.....		80
4.2.2	Projeto eletro/eletrônico.....	82
4.2.2.1	Motor elétrico .....	83
4.2.2.2	PLC .....	83
4.2.2.3	Drivers.....	84
4.2.2.4	Baterias.....	87
4.2.2.5	Sinalizadores .....	88
4.2.2.6	Botões.....	88
4.2.2.6.1	Botoeiras utilizadas.....	88
4.2.2.7	Sensores.....	90
4.2.3	NR 10.....	91

4.2.3.1	Medidas de controle.....	91
4.2.3.2	Medidas de proteção coletiva .....	91
4.2.3.3	Segurança em projetos.....	92
4.2.3.4	Segurança na construção, montagem, operação e manutenção	92
4.2.3.5	Sinalização de segurança .....	93
4.2.4	NR 12.....	94
4.2.5	NR 26.....	95
5	Conclusão .....	97
	Referências .....	98
	Apendice A – Definição de habilidades.....	103
	Apendice B – Gerenciamento do Projeto .....	104
	Responsáveis pelas Áreas de Gerenciamento .....	104
	Gerenciamento de Integração .....	104
	Gerenciamento de Escopo .....	105
	GERENCIAMENTO DE CRONOGRAMA.....	107
	Gerenciamento de Custos .....	108
	Gerenciamento de Qualidade .....	109
	Gerenciamento de RH .....	110
	Gerenciamento de Comunicações.....	112
	Gerenciamento de Aquisições .....	113
	Gerenciamento de Riscos.....	114
	Apendice C – Calendário de Reuniões .....	116
	Apendice D- 5W2H Individual .....	117
	Apendice E – Programa em C para Arduino .....	129
	Apendice F – Desenhos em Solid Works.....	139
	Apendice G – Custos do Projeto .....	153

## 1 INTRODUÇÃO

Este projeto tem por finalidade construir um protótipo de AGV (Automated Guide Vehicle) para realizar tarefas em chão de fábrica, que integre técnicas de controle e tomadas de decisão.

A proposta do protótipo de um “AGV” (Veículo Guiado Automaticamente), tem por finalidade agilizar o processo de entrega de peças e ferramentas na área de serviços. Com isso, é possível aumentar a eficiência na atividade de colaboradores ao reduzir o tempo de deslocamento entre as áreas da empresa.

As empresas buscam, cada vez mais, diminuir o tempo de execução dos serviços através da implantação de projetos automatizados inovadores, com intuito de permanecerem à frente da concorrência. O presente projeto visa ser implantado na concessionária do grupo BATTISTELLA VEICULOS PESADOS, no trabalho da oficina, onde são realizados diversos tipos de serviços mecânicos, em que o funcionário tem que se locomover para buscar ferramenta no almoxarifado, por exemplo, e que acarreta perda de tempo na realização de trabalho e conseqüentemente, improdutividade.

Em síntese, com o AGV, o colaborador/mecânico não necessitará sair do seu local de trabalho para buscar os instrumentos necessários ao desenvolvimento de sua atividade.

A exemplo da BATTISTELLA VEICULOS PESADOS, que possui 56 boxes na oficina, para facilitar o processo da entrega de ferramentas ao mecânico, o AGV realizará paradas de 10 segundos em cada Box, sinalizando a sua chegada. Caso o mecânico necessite de alguma peça ou ferramenta que esteja no veículo, o colaborador deverá acionar o botão de pausa para a coleta, do material necessário ao desempenho de sua atividade.

Após a retirada da peça, acionará o botão de start, o qual fará com que o veículo siga com o seu ciclo. O objetivo desse projeto é minimizar o desgaste físico do funcionário melhorando assim a eficiência no trabalho, com um sistema automatizado ágil, seguro e preciso.

O trabalho do controlador de estoque fica restrito em colocar peças no compartimento do veículo a acionar o botão de start. Assim, será iniciado o ciclo do mesmo, conforme os sinais impressos no chão, e a cada ciclo completo será realizado um processo em que o mesmo controlador de estoque verifica quais peças foram utilizadas e faz a reposição, a partir de então, o ciclo do veículo é reiniciado.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Projetar e construir um veículo automatizado de pequeno porte, que através de sensores faz a leitura e segue linhas demarcadas no chão, para transporte de materiais em indústrias.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Aplicar ferramentas gerenciais de um projeto (Diagrama de Gantt, Fluxograma, 5W2H, Diagrama de causa e efeito, FMEA e WBS);
- Realizar pesquisas em livros, jornais, revistas, sites acadêmicos;
- Obter dados técnicos sobre as normas que a fim serão utilizadas

para a realização do projeto;

- Realizar desenhos, com a ferramenta Solid Works;
- Elaborar planejamento financeiro para aquisição dos materiais necessários;
- Realizar a documentação do projeto;
- Efetuar aquisição de materiais;
- Projetar e desenho das partes mecânicas;
- Projetar e desenho dos circuitos eletrônicos;
- Projetar e desenho dos circuitos elétricos de alimentação e recarga;
- Projetar e testar os sensores;
- Montar parte mecânica do veículo;
- Montar os circuitos de força (alimentação);
- Montar os sistemas eletrônicos de direção e controle;
- Programar de sistema micro-controlado;
- Fabricar o veículo;
- Realizar testes e ajustes no decorrer do processo;
- Montar o ambiente de teste;
- Fazer revisão e testes até a conclusão;
- Apresentar à Banca Examinadora o trabalho realizado ao longo do período;

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Diversas empresas e indústrias utilizam pessoas para tarefas simples, e muitas vezes cansativas, de entregas, transporte entre outros. Um veículo capaz de percorrer distâncias, grandes ou pequenas, realizando tarefas automatizadas de maneira simples e com pouca interferência no ambiente (somente pintando linhas ou pontos no chão) pode ser extremamente útil em diversos ambientes. Constatou-se a necessidade da criação desse projeto para atender a demanda da BATTISTELLA VEICULOS PESADOS, a qual tem a necessidade de um veículo que faça o transporte de materiais e peças dentro da fábrica para reduzir o tempo com deslocamentos de funcionários a busca de instrumentos na empresa, bem como aumentar a agilidade de seus colaboradores no desempenho de suas respectivas atividades.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica abrange os conceitos principais do desenvolvimento do projeto. A parte teórica do mesmo, se concentrando nos estudos e reflexões de dados e informações coletadas, e apresenta as idéias presentes em obras estudadas, mostrando a relação que possuem com o tema pesquisado. Por meio dela, formulam-se os conceitos envolvidos. A teoria e seus conceitos proporcionam uma base para a realização das atividades. Este capítulo constitui-se da apresentação dos principais conceitos teóricos necessários ao desenvolvimento deste trabalho.

## 2.1 FERRAMENTAS GERENCIAIS

Para se ter escolhas e delas tomarem as decisões corretas, é necessária a análise de todos os fatos constituídos numa base de dados, isso é possível através destas ferramentas gerenciais distribuídas de forma organizada e com suas devidas pesquisas.

### 2.1.1 Escopo

Escopo no dicionário:

- Alvo, mira, intuito; intenção (Dic. Aurélio Sec. XXI);
- Extensão, alcance, âmbito, campo de atuação (Dic. Michaelis);
- Área coberta por uma atividade (Dic. American Heritage);
- Propósito a ser alcançado ou realizado; intenção (Dic. Webster);

Escopo é composto dos processos para garantir que o projeto inclua todo o trabalho exigido para completar o projeto com sucesso, para Vargas (2002, p.161), “o escopo é o documento que formaliza o escopo de todos os trabalhos a serem desenvolvidos no projeto, servindo de base para futuras decisões no projeto.” É importante que a declaração de escopo seja bem-feita, e que haja acordo sobre ela, quando a declaração de escopo estiver pronta, a equipe do projeto e os gerentes do projeto não deverão mudar o escopo, a menos que haja um motivo muito forte que justifique essa mudança que certamente implica impactos no custo do projeto.

A verificação do escopo é o processo de aceitar formalmente o trabalho do projeto, conforme definido em sua documentação, no escopo do projeto, ou no contrato, quando for o caso. A aceitação formal exige a assinatura para aceitação do

produto, segundo cita PMBOK (2004, p. 103), “O escopo de um projeto trata-se principalmente da definição e controle do que está e do que não está incluído no projeto”, o resultado dos processos de planejamento de escopo é a declaração de escopo, cujo a declaração de escopo diz o que está dentro e o que está fora do projeto, de maneira clara e sem ambigüidades.

O Escopo é a maneira como descreve os limites do projeto, define aquilo que o projeto irá entregar e não irá entregar. Em projetos, poderão ser incluídos as organizações, as transações afetadas, e os tipos de dados incluídos, etc., ao tratar de biblioteca digital, Avelar e Duarte (2011), “O escopo descreve todos os produtos de um projeto, os serviços necessários para realizá-los e resultados finais esperados descreve também o que é preciso fazer para que alcance seus objetivos com os recursos e funções especificados”.

A definição completa do escopo com a indicação dos elementos que o compõem torna-se um ponto fundamental para que os outros dois elementos do Plano de Projeto sejam estabelecidos adequadamente: o Plano de Ação e o Plano de Controle e Avaliação.

### 2.1.2 WBS

É uma ferramenta de decomposição do trabalho do projeto em partes manejáveis, orientada às entregas que precisam ser feitas para completar um projeto, conforme Daychoum (2010, p.189), WBS (*Work Breakdown Structure*), que em português significa, estrutura de divisão de trabalho “é uma técnica que consiste em decompor um projeto em seus elementos componentes.”

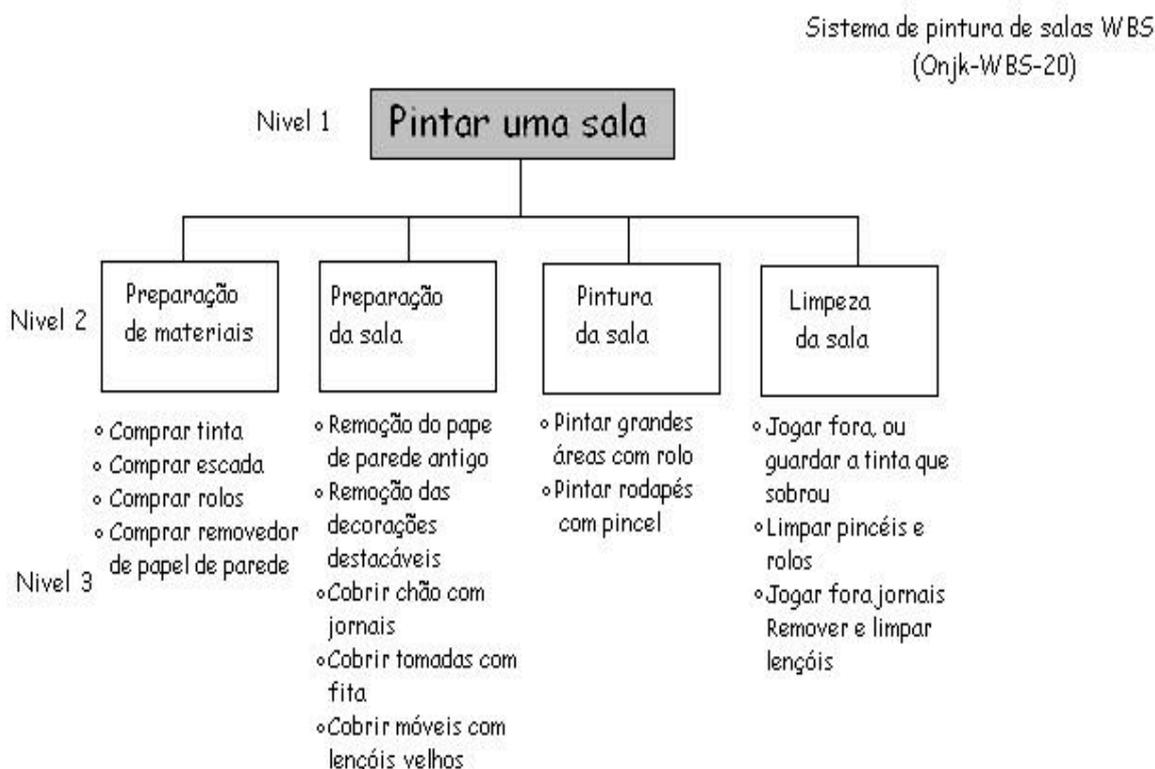
O objetivo de uma WBS é identificar elementos terminais, assim, a WBS serve como base para a maior parte do planejamento de projeto. A idéia de um WBS é diminuir a complexidade de um projeto facilitando a abstração de seu conceito, para Vargas (2002, p.162), “O WBS é a ferramenta de

gerenciamento de escopo do projeto. Cada nível descendente do projeto representa um aumento do nível de detalhamento do projeto como se fosse um organograma”.

WBS é o processo de subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores e de gerenciamento mais fácil, para Martins (2010, p.41), “independentemente do tipo de projeto, a construção do WBS não deve enfatizar a seqüência de tarefas, o objetivo é identificar os pacotes de trabalho elaborando-se um check-list para a definição de todas as atividades que serão realizadas.”

“é essencial para um projeto de média escala, com ele caso o cliente esteja atrasado para a entrega de um item podemos apontar para ele que o prazo de entrega do projeto pode ser comprometido graças a entrega de algum item antes do final do projeto e se isto for algo complicado para o cliente podemos então re-adequar o projeto antes mesmo de termos problemas com o tempo de entrega diminuindo assim as chances de falha na conclusão do mesmo”, ao tratar de biblioteca digital, programabrasil (2002).

O WBS deve ser completo, organizado e pequeno ou grande, desde que seja o suficiente, e legível para qualquer integrante do projeto, para que o progresso



possa ser medido, o que pode gerar um obstáculo e dificultar a realização do projeto. Na figura 1 mostra um exemplo de um WBS em uma pintura de uma sala.

### 2.1.3 Diagrama de Gantt

O diagrama de Gantt é um gráfico usado para ilustrar o avanço das diferentes etapas de um projeto de acordo com Vargas (2002, p.179) “O diagrama de Gantt é a mais antiga técnica de administração de projetos, foi criado por Henry Gantt no início do século, com o objetivo de atender a fins militares e estratégicos”.

O diagrama Gantt é um instrumento para representar graficamente o adiantamento do projeto, mas é igualmente um bom meio de comunicação entre os diferentes atores de um projeto, para Russomano (1979, p.203), “Trata-se de um cronograma onde se registram simultaneamente a programação e a produção permitindo-se a comparação gráfica entre as duas”, Associado a esta ideia, está o fato de esta forma de representação gráfica, das atividades de um projeto, permitir,

ainda, avaliar

Figura 1 - WBS de pintura de uma sala

os seus

FONTE: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:WBS\\_portuguese.JPG](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:WBS_portuguese.JPG)

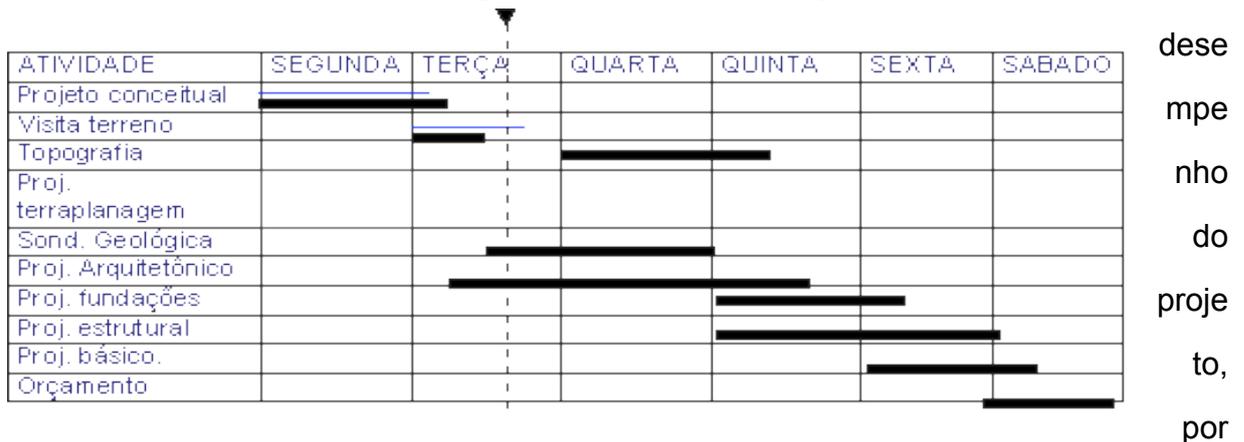
custos,

resultante do consumo de recursos necessários à conclusão de cada uma das tarefas do mesmo.

Em um diagrama de Gantt cada tarefa é representada por uma linha, enquanto as colunas representam os dias, semanas ou meses do calendário de acordo com a duração do projeto, as tarefas podem ligar-se sequencialmente ou ser executadas em paralelo, conforme o Daychoum (2008, p. 108), o “diagrama de Gantt é um diagrama que, através de barras horizontais, representas as atividades de um projeto e mostra o período em que elas acontecem”, o tempo atribuído a uma tarefa

modela-se por uma barra horizontal cuja extremidade esquerda é posicionada sobre a data prevista de arranque e a extremidade direita sobre a data prevista de fim de realização.

Para Vargas (2005, p. 186), “o diagrama de Gantt é a visualização padrão da maioria dos softwares de gerenciamento de projetos, a forma de balizar o



medição relativa entre o tempo decorrido, e o grau atual de conclusão da tarefa, perante o previsto”, podemos então, a partir do diagrama de Gantt, tirar conclusões sobre o desempenho em termos de custo e prazo.

Figura 2- Diagrama de Gantt

FONTE: [http://www.projeto.org.br/vteams/teles/tele\\_02/img/leitura\\_02\\_3d.gif](http://www.projeto.org.br/vteams/teles/tele_02/img/leitura_02_3d.gif)

A figura 2 é um exemplo de aplicação de diagrama de Gantt.

#### 2.1.4 5W2H

O 5W2H é um *checklist* de determinadas atividades que precisam ser desenvolvidas com o máximo de clareza possível por parte dos colaboradores de um projeto, para Daychoum (2010, p.85), “esse método consiste basicamente em fazer perguntas no sentido de obter as informações primordiais que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral”.

Ele funciona como um mapeamento destas atividades, onde ficará estabelecido o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área da empresa e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita. Ao tratar de biblioteca digital, Periard (2011), “esta ferramenta é extremamente útil para as empresas, uma vez que elimina por completo qualquer dúvida que possa surgir sobre um processo ou sua atividade”.

5W2H é basicamente um formulário para execução e controle de tarefas onde são atribuídas as responsabilidades e determinado como o trabalho deverá ser realizado, assim como o departamento, motivo e prazo para conclusão com os custos envolvidos.

“Esse método baseia-se em seguir sete perguntas básicas na seguinte ordem, que ação será executada, quem irá executar a ação, onde será executada a ação, quando a ação será executada, porque a ação será executada, como a ação será executada e quanto custará executar essa ação, “bastante antigo e muito simples, costuma a ser utilizado na definição de planos de ação empresarial, com o objetivo de garantir que não restará nenhuma dúvida a cerca da ação a ser implementada para qualquer pessoa que o leia.”(Lenzi et AL., 2010, p.338).

O nome deste método vem das iniciais das sete perguntas em inglês, 5W (*what, who, where, when e why*), 2H (*how e how much*), de acordo com Behr (2008 p.39), “quando nos depararmos com determinada tarefa, perguntaremos-nos cada uma dessas palavras e escreveremos as respostas”.

Essa ferramenta ajuda a melhorar a segregação de tarefas dentro de um processo e a ver, de maneira gerencial, como os processos estão desenvolvendo.

Utilizando esta ferramenta, podemos então planificar nosso processo e analisá-lo de maneira bem distribuída. A figura 3 é um exemplo de 5W2H onde mostra como preenchê-lo para não haver dúvidas.

O que (What)	Quem (Who)	Quando (When)	Onde (Where)	Como (How)	Porque (why)	Quanto \$ (How Much)
Liste as ações estabelecidas	Defina responsáveis pelas ações propostas	Proponha prazos para a execução das ações	Defina o local onde a ação será aplicada	Descreva como a ação será executada	Justifique a necessidade de executar a ação	Calcule o investimento necessário para executar a ação.

2.1.5 F  
ME  
A

Figura 3 – Estrutura do 5W2H

FONTE: [http://4.bp.blogspot.com/\\_3QkKFhmDst8/TE-SLmqcvfI/AAAAAAAAADE/AT-kdrGSP\\_/s1600/5w2h.jpg](http://4.bp.blogspot.com/_3QkKFhmDst8/TE-SLmqcvfI/AAAAAAAAADE/AT-kdrGSP_/s1600/5w2h.jpg)

Para analisar o modo das falhas antes que elas aconteçam num processo é usado o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Usada como prevenção a ferramenta aplica-se na identificação dos problemas que supostamente um projeto possa apresentar.

Segundo Padaly (1997, p.05), “o FMEA oferece uma abordagem estrutura para avaliação, condução e atualização do desenvolvimento de projetos”. Esse sistema de ferramenta pode ser documentado e analisado junto com outras informações obtidas de outras ferramentas de processo. Segundo Paranhos (1995, p.149), “Uma vez identificado o índice de risco, são definidos os controles de processo necessários para evitar a sua ocorrência”.

Para as necessidades do desenvolvimento do projeto o FMEA certifica-se de verificar a redução de falhas ou chance de um resultado negativo de seu processo em potencial, sua construção pode gerar custos mais obtêm benefícios

associados há uma boa equipe trabalhando em conjunto. A figura 4 mostra um exemplo de tabela do FMEA.

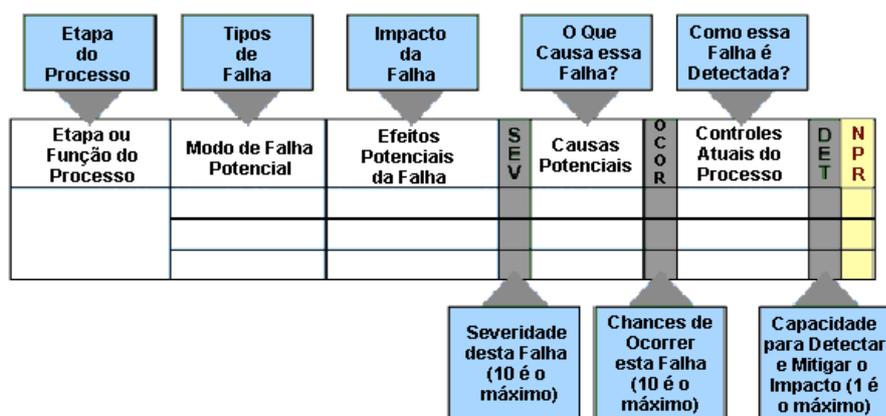


Figura 4 – Planejamento de FMEA

FONTE: [http://www.qsp.org.br/image/fig\\_calculando.gif](http://www.qsp.org.br/image/fig_calculando.gif)

Para a avaliação dos Riscos no preenchimento da tabela do FMEA são

Pontos	Severidade	Ocorrência	Deteção
1	Mínima – O cliente mal percebe que a falha ocorreu	Remota – Dificilmente ocorre a causa que leva à falha	Muito Grande – Certamente será detetada.
2, 3	Pequena – Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente	Pequena – A causa da falha ocorre em pequena escala	Grande – A probabilidade de ser detetada é elevada
4, 5, 6	Moderada – Deterioração	Moderada – Por vezes ocorre	Moderada –
7, 8	Alta – O sistema deixa de funcionar e há grande descontentamento do cliente	Alta – A causa de falha ocorre com certa frequência	Pequena – Provavelmente não será detetada

Tabela 1: Quadro de Pontuação dos Índices de Riscos

FONTE: <http://2.bp.blogspot.com/WWePixsFJoc/TedhCnibycl/AAAAAAAAAN4/pMdyrPKaC08/s160>

0/6Sigma\_FMEA\_Tabela.png

Tabela 2: Exemplo de uso do FMEA

ITEM	NOME DO COMPONENTE/ PROCESSO	FUNÇÃO DO COMPONENTE/ PROCESSO	FALHAS POSSÍVEIS			ATUAL				AÇÃO CORRETIVA		RESULTADO					
			MODO	EFEITO(S)	CAUSA(S)	CONTROLES ATUAIS	ÍNDICES				RECOMENDAÇÕES	TOMADA	ÍNDICES REVISTOS				RESPONSÁVEL
							O	G	D	R			O	G	D	R	
1	Carcaça do eixo traseiro	Suportar o conjunto do eixo	Fratura	Perda dos Freios	Espessura Inadequada	Nenhum	3	10	10	300	Realizar testes de durabilidade na Carcaça.	Alteração do Projeto	1	10	10	100	Sr. Souza
				Perda de Controle do veículo	Material Inadequado	Nenhum	1	10	10	100	Verificar Especificação de Material	Verificado e aprovado	1	10	1	10	Rodrigues
			Perda de ajuste na posição central	Travamento do eixo traseiro	Acúmulo das Tolerâncias	Especif. 2562	5	10	10	500	Reavaliar Espessura Mínima de parede	Alterado do diâmetro externo do tubo	1	10	4	40	Santos/ Palhares
			Ruptura do flange do cubo da roda	Perda de controle de veículo	Acúmulo de tensões: Raio Inadequado	Nenhum	2	10	10	200	Reavaliar raio de curvatura Teste de Resistência	Alterado Raio Teste implantado	1	10	1	10	Brandão
			Quebra da parede do mancal central	Travamento do eixo traseiro	Interf. Mancal/ Rolamento inadequada	Proc. Calc. NR 1483/9h	3	10	2	60	Revisão do Cálculo	Cálculos de Interf. Revistos	2	10	2	40	Antonio

O NPR (Número de Prioridade de Risco), seria a multiplicação dos índices de severidades x ocorrências x detecção, resultando no grau de priorização das ações. Na tabela 2 se apresenta um exemplo da aplicação do FMEA.

Com o potencial em identificar os modos de falhas e ao mesmo tempo pensar em medidas de melhoramento o FMEA ajuda na organização dos processos de um projeto importante, reduzindo custos por sanar certas falhas localizadas antes que possa acontecer.

Para Scoltes(1992, p.02), “as únicas atividades de grupos óbvias são aquelas associadas à tarefas de melhorar um processo”. O FMEA tem uma abordagem eficiente e única para revisões dos processos de uma empresa, sendo uma ferramenta de equipe todas as informações são tratadas com certa importância.

### 2.1.6 Diagrama de causa e efeito

Diagrama de Causa e Efeito também conhecido como espinha de peixe (por ter a aparência construtiva de uma espinha de peixe), e foi introduzido pelo engenheiro kaoru Ishikawa sendo uma ferramenta usada no setor de Qualidade. Segundo Scholtes (1992, p.26), “É uma ferramenta eficaz para o estudo de processos e situações”. Exportada do oriente para o ocidente, tem como efeito organizar de modo estrutural as causas e efeitos das etapas de um processo.

Com a montagem do Diagrama é possível visualizar qualquer tipo de anomalia no processo. Segundo Aguiar (2006, p.63), “O Diagrama de Causa e Efeito é utilizado para fornecer o relacionamento entre o problema a ser tratado e as suas causas” visando desde o trabalho da mão de obra humana até um mau funcionamento de uma máquina. A seta na horizontal, conforme mostra na figura 5 aponta para o efeito indesejado ou desejado.

Nas setas em diagonais são possíveis causas para que o processo possa dar errado e também pode ter ramificações podendo detalhar uma causa específica. Segundo Possi (2006, p.200), “A principal vantagem deste tipo de diagrama é clareza na definição das causas reais de problemas identificados”. Funcionando como um filtro sendo em vista uma possível antecipação dos fatos apresentados. Na figura 5 mostra a forma do Diagrama de causa e efeito.

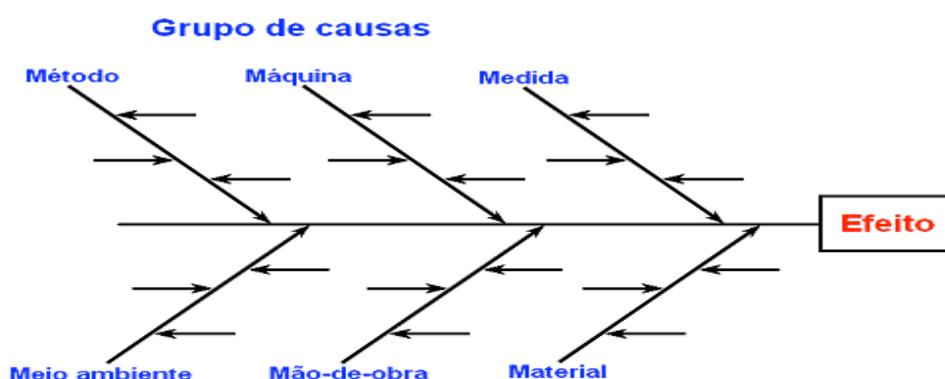
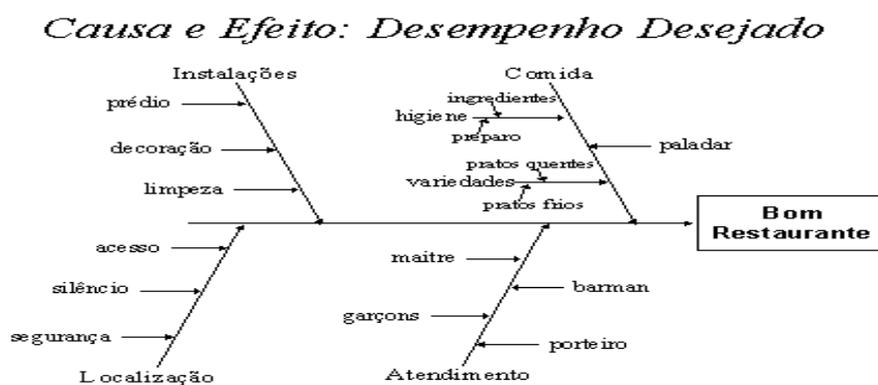


FIGURA 5: Diagrama de causa e efeito

Segundo Scholtes (1992, p.26), “os diagrama de causa e efeito são muito eficazes depois que o processo foi descrito e os problemas bem definidos”. Para que ocorra precisa ser feita análises, para que não escape nada do diagrama, para ter um plano de ação rápido e eficaz para tratar de toda causa encontrada. Na figura 6 mostra o exemplo do Diagrama de Ishikawa usado em um restaurante.

FIGURA 6 - Diagrama de ISHIKAWA

FONTE: [http://www.ogerente.com.br/qual/dt/qualidade-dt-diagrama\\_causa\\_efeito.htm](http://www.ogerente.com.br/qual/dt/qualidade-dt-diagrama_causa_efeito.htm)



### 2.1.7 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta de processo muito utilizado pelas empresas, por apresentar um recurso visual. Segundo Lucinda (2010, p.43) "O Fluxograma permite a compreensão rápida do fluxo de atividades dentro do processo por todos os interessados", pois através de símbolos geométricos e sua visualização gráfica pode se notar um entendimento amplo das etapas.

Conforme Paranhos filhos (2007, p.119), "Podemos utilizá-lo como substituto ou complemento a um procedimento do sistema de qualidade". Assim a sua aplicação em um projeto, tem como objetivo a facilidade e organização de estabelecer os objetivos esperado. A figura 7 mostra alguns símbolos usados em um fluxograma.

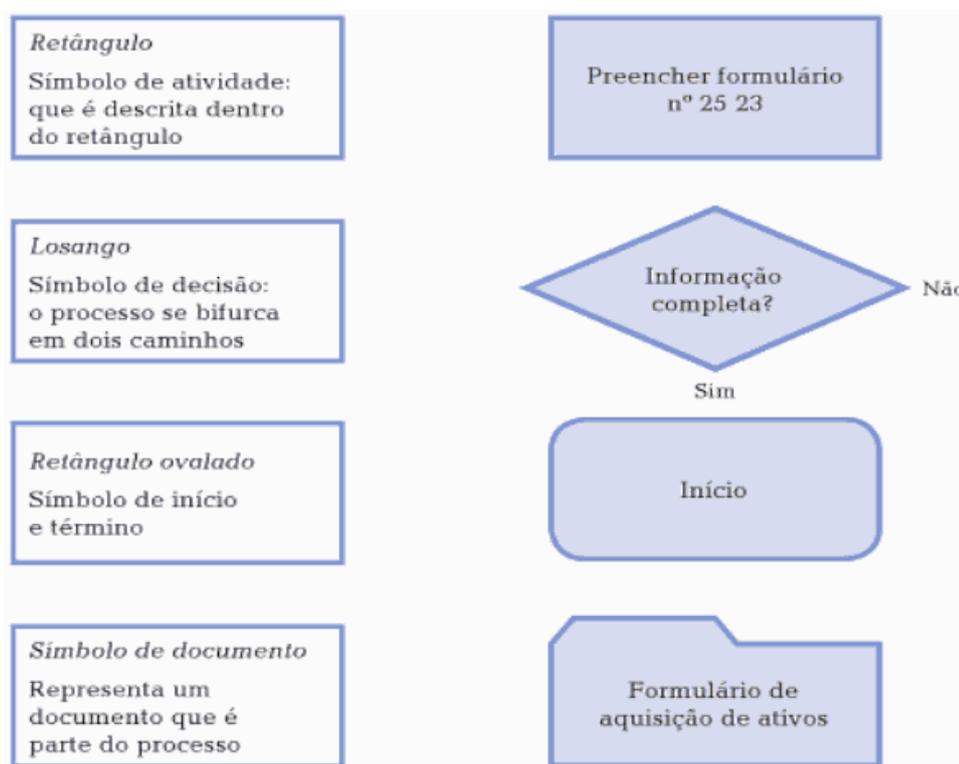


Figura 7: Símbolos utilizados no fluxograma.

A

A construção do fluxograma em um projeto, seja qual for, é que através de seus símbolos geométricos vai se formando bloco de informações visando um entendimento amplo das etapas que segue o processo, conforme Campos (1992, P.90), “Um fluxograma deve “escoar” sempre de cima para baixo e da esquerda para direita e deve-se evitar o excesso de cruzamento de linhas”.

Desse modo fica fácil identifica os processos por sua leitura clara, os desenhos geométricos deixam compreensivos e claros os objetivos proposto. Para um entendimento, final à figura 8 apresenta um fluxograma de processo de armação de barras de ferro, utilizando os blocos lógicos.

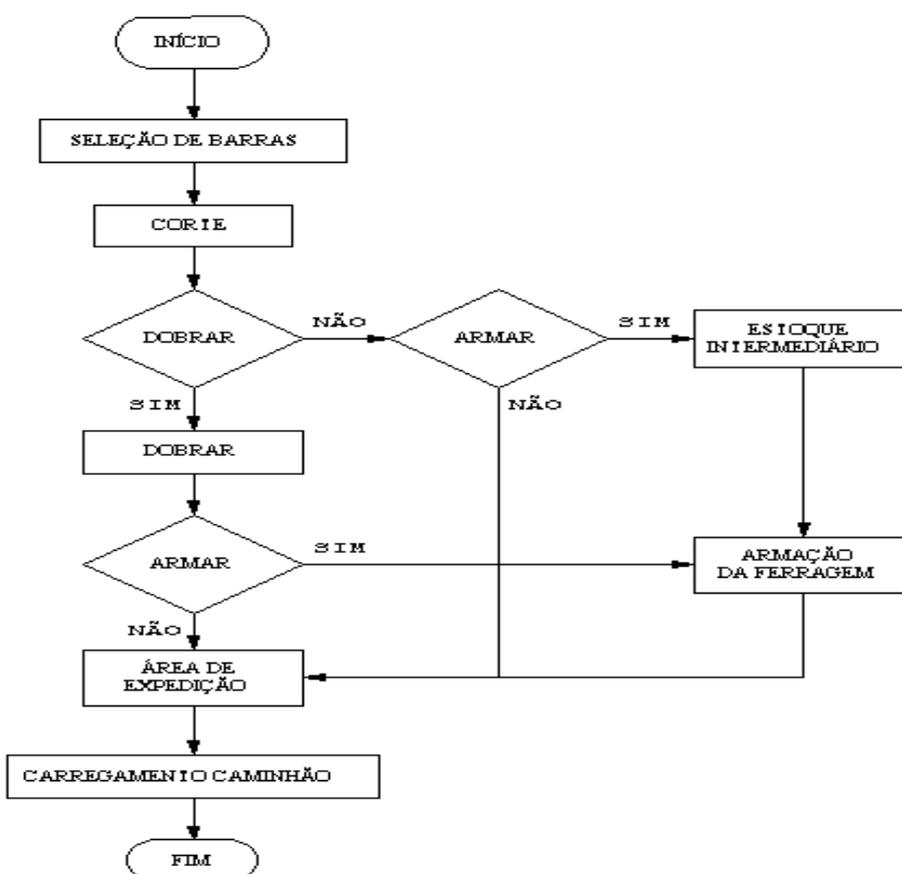


Figura 8: Exemplo de Fluxograma

FONTE: <http://www.eps.ufsc.br/disserta96/maues/figuras/fig42.gif>

O importante é usar essa ferramenta de forma prática e objetiva. Segundo Vergueiro (2002, p.54), "A montagem do fluxograma vai também permitir a identificação de variações".

Ela auxilia na identificação de falhas inesperadas que pode haver em um projeto, com isso pode ser preparado um plano de decisão em relações aos processos que complicam o sistema todo, podendo ser atualizado para que quando haja modificações para que o fluxo não perca sua linha lógica.

## 2.2 Aspectos Técnicos

Neste capítulo, será descrito o funcionamento dos componentes que serão necessários para a elaboração do projeto, ou seja, todas as peças, diagramas elétricos, desenhos das partes mecânicas, retirando de livros e outras fontes de pesquisa para a melhor compreensão e aplicação na construção para elaboração do projeto.

### 2.2.1 Projeto mecânico

Este sub-capítulo terá como principal objetivo o estudo teórico das partes mecânicas utilizadas no projeto, sendo elas móveis, (todo o material utilizado para locomoção) e fixa, (partes que dão sustentação rígida do mesmo), basicamente o projeto mecânico através do desenvolvimento de partes de equipamentos visando coordenação e aplicação de conhecimentos.

Será pesquisada a padronização e normalização dos elementos que serão utilizados para a elaboração do projeto mecânico, aplicação de tolerâncias, ajustes, acabamentos superficiais e medidas de controle, desenvolvimento de cálculos, croquis e desenhos finais em Solid Works.

#### 2.2.1.1 Aço 1020

O aço é uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono, com percentagens deste último variando entre 0,008 e 2,11%. Distingue-se do ferro fundido, que também é uma liga de ferro e carbono, mas com teor de carbono entre 2,11% e 6,67%.

Ao tratar de biblioteca digital, Discovery Brasil (2001), “O aço é uma liga de Ferro-Carbono, produzido nas siderúrgicas por diferentes processos, na maioria das vezes pelo refino da gusa (obtido em altos fornos pela transformação do minério de ferro), pela refulsão da sucata e em menor quantidade”.

O aço 1020 é um aço de baixo carbono, segundo a norma SAE escrita por Shigley (1976, p.345) “esse aço possui 0,2% de carbono ele é de fácil usinabilidade alta tenacidade e baixa dureza, o aço 1020 é aplicado na mecânica em geral como peças comuns por ter baixo custo”. Porém o aço 1020 não pode ser temperado e nem beneficiado.

A diferença fundamental entre ambos é que o aço, pela sua ductibilidade, é facilmente deformável por forja, laminação e extrusão, enquanto que uma peça em ferro fundido é muito fragil, segundo Lindenberg (1999, p.83), “aço 1020 é um aço de baixo carbono ele possui baixa resistência e dureza e alta tenacidade e ductibilidade.”O aço 1020 é usinável e soldável além de apresentar baixo custo de produção.

Geralmente, este tipo de aço não é tratado termicamente. Senso sua aplicações: chapas automobilísticas, perfis estruturais, placas para produção de tubos, construção civil, pontes e latas de folhas de flandres.

Existem várias entidades que estabelecem normas para codificação de aços de acordo com o teor de carbono e dos elementos de liga. Segundo Cunha (1999, p.16) “os aços ABNT são representados por quatro números ABNT 1020 o número 1 indica a classe do aço ao carbono. O número 0 indica a percentagem de elementos de liga e o número 2 e 0 indicam a percentagem de carbono no aço”.

Entretanto, a sua utilização está condicionada a determinadas aplicações devido a vantagens técnicas que oferecem outros materiais como o alumínio no transporte por sua maior leveza e na construção por sua maior resistência a corrosão, o cimento (mesmo combinado com o aço) pela sua maior resistência ao fogo, e os materiais cerâmicos em aplicações que necessitem de elevadas temperaturas.

#### 2.2.1.2 Elementos de Fixação

Neste sub-capítulo será descrito os elementos que foi utilizado para realizar a fixação e montagem do veículo, tais como: fixação de chapas, rodas, motores, suporte dos motores, mancal, painel eletrônico, pára-choque, bateria, Arduino, drivers, etc., para fazer a fixação de ambas as partes será utilizado parafusos e rebites que através de cálculos será definido qual o melhor em termos de diâmetro e o material do mesmo.

#### 2.2.1.2.1 Parafuso

O parafuso é um eixo com um sulco ou uma linha helicoidal dado forma em sua superfície. Seus usos principais são como elemento de fixação que engata os objetos, pode também ser definida como um plano inclinado envolvido em torno de um eixo.

Parafusos segundo Nieman (2009, p.47), "São elementos de máquinas usados em união provisória ou desmontáveis, ou seja, quando permitem a desmontagem e montagem com facilidade sem danificas as peças ou componentes." Os parafusos permitem ter uma melhor movimentação de peças ou componentes melhorando assim os processos de montagens.

Conforme Nieman ( 2004, p.28), "Na construção de máquinas predomina os parafusos com cabeça e porcas sextavados que podem ser utilizados sobre as formas de parafusos passantes e parafusos com cabeça não passantes", os parafusos sextavados são os mais utilizados para a construção de máquinas, por que tem a facilidade de serem encontrados no mercado, onde é um poliedro, ou seja, trata-se de um prisma retangular hexagonal.

Para o uso mais freqüentes de parafuso conforme Nieman (1971, p.28), "para redutores de alta capacidade utilizam de preferência parafuso beneficiados retificados e polidos com uma dureza Rockewell de 65<sup>a</sup> 59 por exemplo de aço (Din 17 210)." Nesse projeto será utilizado o parafuso sextavado de aço 1020 onde se tem uma facilidade de encontrar no mercado e são de baixo custo.

#### 2.2.1.2.2 Rebites

O rebite ou arrebite é um fixador mecânico metálico, semipermanente. Antes de sua instalação, consiste num cilindro com uma cabeça em uma das extremidades, similar a um prego ou pino. Sua instalação é feita num orifício pré-perfurado, através do achatamento (deformação por golpes) da ponta, quando a espiga preenche o orifício, prendendo o rebite, expandindo-se até 1,5 vezes o seu diâmetro original, prendendo-o de forma definitiva.

Segundo Nieman (1963, p.145), "consiste em transpassar com rebites as peças a serem unidas, golpeando a seguir os rebites com um punção a fim de que eles comprimam fortemente uma contra a outra as peça a serem unidas." Para resistir a tensões de carga perpendiculares ao eixo, são usados tipos de rebites especiais, segundo Quirós (1969, p.70), "união para rebites são usadas em estruturas de aço, em máquinas, em reservatórios e caldeiras, não se pode desmontá-las e não ser que se estrutura o rebite", entretanto, o rebite tem que ser realizados calculos e estudos de materiais, mas pelo fato que os rebites utilizados no projeto serão apenas para fixação de chapas laterais com isso não haverá a necessidade de realizar o dimensionamento.

### 2.2.1.3 Mancal

Mancal é uma peça da estrutura mecânica destinada a comportar um eixo (fixo), em geral de ferro ou de bronze, sobre o qual se apóia um eixo girante, deslizante ou oscilante, ao tratar de biblioteca digital, Eduardo (2011) "O mancal é uma peça onde reduz o atrito do eixo reduzindo assim o desgaste". O mancal tem diferentes formas de ser aplicado em um projeto como um redutor de atrito prejudicial ao equipamento.

Conforme Nieman (2004 p.36) "Mancal é um tipo de construção com lateral aberta, que utiliza favorecer a entrada de material com facilidade de desgaste, utiliza óleo em parte, isto é solucionados com discos de capa girante atuando, ao mesmo tempo como anéis de lubrificação". Mancal de esforço radial, o qual será utilizado no projeto, tem que ser lubrificado para não ter desgaste excessivo.

No projeto serão utilizados mancais de deslizamento que são constituídos de uma bucha fixada em um suporte. Esses mancais são usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, porque a baixa velocidade evita superaquecimento dos componentes expostos ao atrito. São concavidades nas quais as pontas de um eixo se apóiam, chamados de mancais de deslizamento. Para Melconiam (2005, pag.305) “denomina-se mancal de deslizamento o conjunto eixo-casquilho”. A tabela 3 mostra as vantagens e desvantagens do mancal de deslizamento:

Tabela 3:Vantagens e desvantagens de mancal de deslizamento

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Mancais de grande diâmetro são mais baratos;	Maior estático e dinâmico ( torque ).
Amortece as vibrações, os choques e ruídos;	Consumo maior de lubrificante;
Suportam altas pressões;	Atrito maior de partida;
Construção simples;	Exige maiores cuidados com a circulação do lubrificante e manutenção;

FONTE: Os Autores (2011)

#### 2.2.1.4 Soldagem

A soldagem ou solda é um processo que visa a união localizada de materiais, similares ou não, de forma permanente, baseada na ação de forças em escala atômica semelhantes às existentes no interior do material e é a forma mais importante de união permanente de peças usadas industrialmente.

O objetivo de uma soldagem, ao tratar de biblioteca digital, tecnologia do material (1981, p.229), “o objetivo da solda é unir permanentemente peças metálicas de tal maneira que o conjunto formado possa ser considerado como uma só peça”.

A soldagem ou soldadura conforme Carvill (1995, p.269), “é a união a quente, de peças de metal, por adesão, por meio de uma fina película de uma liga de baixo ponto de fusão, conhecida como solda, peças são soldadas derretendo-se a solda por meio de curto circuito”.

No projeto foi utilizado o processo de solda MIG, que trata-se de um processo de soldagem por arco elétrico entre a peça e o arame ou eletrodo, realizando uma união de materiais metálicos pelo aquecimento e fusão.

*“A soldagem MIG é um processo em que o arco elétrico, obtido por meio de uma corrente contínua, é estabelecido entre a peça e um arame de alumínio ou liga de alumínio, que combina as funções de eletrodo e metal de adição, numa atmosfera de gás inerte. No processo MIG o eletrodo é sempre o pólo positivo do arco elétrico. Utilizando-se as versões automática e semi-automática é possível soldar o alumínio desde espessuras finas, cerca de 1,0 mm, até espessuras sem limite,” ao tratar de biblioteca digital, Abal (2010).*

A solda MIG é o processo de soldagem que utiliza gás Hélio e não tem atividade com uma poça de fusão, o termo MIG ainda é uma referência a este processo. Estes processos são geralmente utilizados com corrente elétrica contínua.

### 2.2.1.5 Rodas

A roda transfere para o eixo na forma de rotação qualquer força aplicada na sua periferia. Similarmente, o eixo transfere qualquer força aplicada sobre si para a roda. Essa relação causa mudança de torque e velocidade periférica.

De acordo com Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) (1999, p.23), “A roda constitui uma das descobertas mais importantes. É difícil imaginar o mundo sem rodas, muitas coisas que conhecemos deixariam simplesmente de existir e não teríamos atingido o atual progresso tecnológico.” Utilizaremos o conceito onde as rodas dianteiras serão livres e as traseiras serão motrizes e diretrizes.

Para se obter os movimentos exigidos, é de extrema necessidade, que sejam utilizadas rodas com as especificações corretas quanto ao diâmetro, material de sua construção e carga aplicada.

### 2.2.1.6 Eixo

Eixo é uma peça mecânica na qual giram as rodas de um veículo ou de uma máquina, segundo Melconian (1898, p.227), “Eixos são elementos de construção mecânica, que se destinam a suportar outros elementos de construção (polias, engrenagens, rolamentos, rodas de atrito...) com a finalidade de transmitir movimento.”

Um eixo transmite basicamente torque de um dispositivo como motor elétrico e de motor a combustão através de máquina. Os elementos como engrenagens, polias ou até catracas transmitem o movimento rotativo através de engrenagens acoplantes, correias, correntes e etc.

Segundo Shigley e Mischke (2004, p.864), “Eixo é um membro rotativo geralmente de secção transversal circular utilizado para transmitir potencia ou movimento.”

No projeto, a utilização dos eixos serve para transmitir movimento do motor para a roda, esses eixos são acoplados por um lado A diretamente no eixo do motor e no lado B diretamente na roda, evitando a utilização de outros elementos como polias e correia. A figura 9 mostra fixação por mancal de deslizamento.

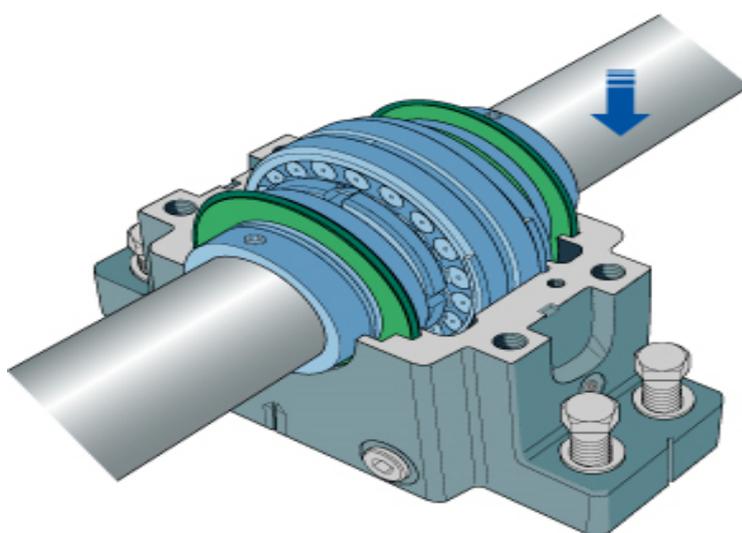


Figura 9: Fixação por mancal de deslizamento

FONTE: (<http://www.google.com.br/imgres?q=mancal+de+rolamento>)

#### 2.2.1.6.1 Materiais para os eixos

Segundo Norton (2004, p.478), “O aço é a escolha lógica para o material de eixo por causa do seu elevado módulo de elasticidade, embora o ferro

fundido ou nodular seja também usados algumas vezes.”O material escolhido para confecção dos eixos utilizado no projeto é o aço 1020 obtido por laminação a frio.

Essa escolha foi feita para minimizar as deflexões e porque o aço tem um elevado módulo de elasticidade.

#### 2.2.1.7 Rolamento

O rolamento é um dispositivo que permite o movimento relativo controlado entre duas ou mais partes. Serve para substituir a fricção de deslizamento entre as superfícies do eixo, e é uma peça que permite o movimento entre duas partes ou mais, e ao mesmo tempo suportar a carga, evitando o desgaste. Serve também para diminuir o atrito entre duas superfícies.

Conforme Nice (1979, p.237). “Para um objeto deslizar sobre outro é necessária a ação de uma força que vença a resistência ou atrito entre duas superfícies. O atrito é um obstáculo ao funcionamento das máquinas porque absorve a potência, produz calor, reduz a eficiência e gera desgaste, limitando a vida útil das peças”.

Normalmente os rolamentos tem grande utilidade para o suporte de cargas radiais. Os principais fatores externos que afetam a vida útil do rolamento são: a carga a qual está submetido e a velocidade de rotação. Quando a carga for pesada, necessitará de um rolamento grande e em cargas menores rolamentos pequenos.

Rolamentos com esferas suportam menos carga, enquanto os com roletes suportam cargas maiores.

##### 2.2.1.7.1 Rolamentos de esfera

No projeto serão aplicados rolamentos de esfera que consistem em dois aros, sendo um na sede do suporte e outro cavado no eixo, e entre esses dois aros vão esferas que eliminam o atrito por deslizamento para convertê-lo em uma rotação. Conforme Nice (1979), “os rolamentos de esferas, é provavelmente o tipo mais comum de rolamento, eles são encontrados em todos os lugares, de patins a discos rígidos.”

Estes rolamentos podem suportar tanto cargas radiais como axiais e normalmente são encontrados onde a carga é relativamente pequena. A figura 10 mostra o rolamento em esfera que será utilizado no projeto.

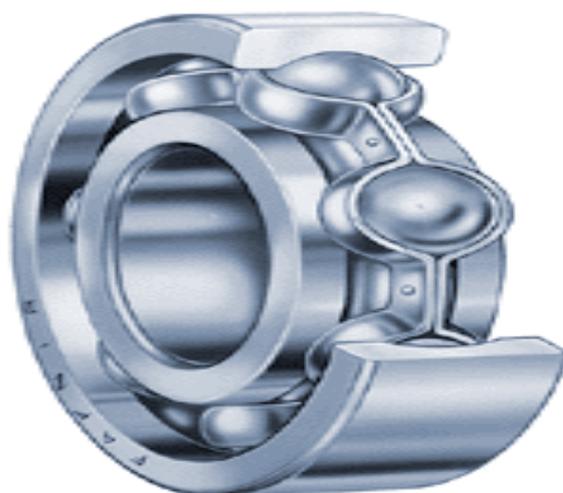


Figura 10: Vista de rolamentos em esfera

FONTE: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/rolamentos3.htm>

### 2.2.2 Projeto eletro/eletrônico

O projeto eletro/eletrônico deve garantir a eficiência e segurança dos sistemas envolvidos, para que a maior parte possível de energia possa ser economizada ou convertida em trabalho,

Segundo Bazzo e Pereira (2001), “Projeto é a modelagem matemática de um sistema permitindo com precisão a previsão de seu comportamento.” Juntamente com a simulação, torna os custos reduzidos e a chance de sucesso aumentada.

Para aplicar no projeto tais afirmativas, utilizar programas de simulação eletrônica para verificar o funcionamento prático dos circuitos, com isso garantindo que não haverá queimas nos circuitos, seguindo recomendações encontradas nas diretivas desses autores.

De acordo com o Guia Eletricidade Moderna da NBR 5140(2), “Seguir as prescrições estabelecidas na NBR 5140, seja na fase de projeto, execução, verificação final, operação ou manutenção é garantir a segurança dos usuários e a proteção do patrimônio.”

Seguindo o documento referência sobre sistemas eletrônicos embarcados escritos por Peres (2001), “os sistemas embutidos caracterizam-se pelo fato de sua utilização em tarefas específicas, e por isso tem seu processamento limitado ou especializado”.

Não sendo utilizado para uso geral, são atualizáveis e possuem sistemas dedicados. Gasto de energia, custo e confiabilidade são atributos que geralmente influenciam seu design.

Foram utilizadas as recomendações dessas três referências como base para planejamento da parte eletro eletrônica do veículo, para obter o melhor com eficiência, segurança, tecnologia e simplicidade.

### 2.2.2.1 Motor elétrico

O motor elétrico é um dispositivo utilizado para transformar energia elétrica em movimento (energia mecânica). Dentre muitas das vantagens, segundo Korsow (1989), “é limpo, tem baixo custo, facilidade de transporte e manutenção, simplicidade de comando, construção relativamente simples, grande versatilidade de adaptação e, principalmente, possui um alto rendimento, cerca de 70% para motores de 110V”.

Segundo Melconiam (1999), “para obter uma melhor performance e garantir a segurança e eficiência na operação, seu correto dimensionamento se torna indispensável. Seu super-dimensionamento causa consumo de energia extra, peso e custos adicionais, e o sub-dimensionamento encurta a vida útil e alta manutenção”.

Para seu correto dimensionamento deve ser utilizada a norma NBR 7094 – Máquinas Elétricas Girantes, Motores de Indução – Especificação.

No projeto utilizamos motores de limpador de pára-brisas de veículos nacionais CHP Bosch com redução mecânica embutida para funcionamento em 12V. Seu custo é reduzido, e sua confiabilidade alta. Precisam de uma fonte de corrente contínua, que será fornecida por uma bateria.

A vantagem de utilizar esse motor é que funciona com velocidade ajustável através da tensão aplicada e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão, por isso seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo mais alto.

### 2.2.2.2 PLC

Abreviatura do termo Programmable Logic Controller, O PLC nasceu praticamente dentro da indústria automobilística, especificamente na Hydronic

Division da General Motors, em 1968, sob o comando do engenheiro Richard Morley e seguindo uma especificação que refletia as necessidades de muitas indústrias manufatureiras, é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais.

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) são equipamentos eletrônicos de última geração, utilizados em sistemas de automação flexível. Permitem desenvolver e alterar facilmente a lógica para acionamento de saídas em função das entradas.

Desta forma, podem-se utilizar inúmeros pontos de entrada de sinal para controlar pontos de saída de sinal. Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), "é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais".

"é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, seqüenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando por meio dos módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos", NEMA (National Manufactures Association).

O PLC utilizado no projeto será o Arduíno, que é uma plataforma aberta de desenvolvimento baseada em conceitos de flexibilidade, facilidade do uso do *hardware* e *software*. Foi utilizada a versão Arduíno Uno, composta de um conjunto integrado capaz de realizar comunicação USB com o PC e vinte portas, sendo que catorze são entradas ou saídas digitais integradas que são definidas via software, seis delas capazes de enviar sinais PWM, e seis entradas analógicas.

Foi utilizado devido à grande flexibilidade, ao fato de ser *open source*, à grande quantidade de documentação existente, ao preço quase sete vezes menor do que o que utilizaríamos em uma solução proprietária.

Os programas são escritos em linguagem Arduino, baseado em C e sendo uma versão simplificada dessa. Para desenvolvimento, um ambiente (IDE –

*Integrated Development Environment*) escrito em Java e capaz de rapidamente verificar, compilar e enviar o código à placa do Arduino.

Segundo Souza (2010 p.30) “ o PLC ficou responsável por determinar por onde o protótipo irá transitar e também por gerar a movimentação das rodas de forma independente e também devera entrar em sincronia com os drivers especificando em seus comandos o sentido e velocidade de rotação de cada movimento desejado.

### 2.2.2.3 Drivers

Os drivers são controladores que auxiliam circuitos externos a terem maior facilidade no acesso ao motor e seus diferentes torques, segundo Romero (2000) “Para que estes motores funcionem, o circuito gera uma seqüência de acionamento para as bobinas. Essa seqüência de sinais são passados para os transistores de saída, onde estes têm potência suficiente para energizar às bobinas do motor de passo.”

De acordo com Bos (2001), “Para o controle de velocidade, um motor DC necessita de uma variação na tensão (ou corrente), que pode ser gerada por um sinal pulsado modulado (*PWM*), enquanto um motor AC requer uma variação na frequência e na tensão (ou corrente).” Todo esse controle de corrente e tensão, influenciando diretamente o torque e velocidade do motor, é feito através dos circuitos de controle ou drivers.

Segundo SIEMENS (2005), “as máquinas de corrente contínua podem trabalhar como motor ou gerador, porém a operação como gerador fica limitada aos instantes de frenagem e rotação de um motor”.

“O motor CC possui uma armadura rotativa e um campo estacionário e pode ser alimentado a partir de um conversor estático que recebe energia elétrica de um alimentador (corrente alternada) e a converte em corrente contínua. Através do conversor estático, o motor pode ter sua aceleração controlada”, Simone (2002, p.183)

#### 2.2.2.4 Baterias

Uma bateria é um dispositivo que armazena energia química e a torna disponível na forma de energia elétrica. Baterias consistem de dispositivos eletroquímicos tais como uma ou mais células galvânicas, células combustíveis ou células de fluxos, a bateria é uma peça das mais importantes nesse projeto, pois será ela a responsável por toda a alimentação do veículo.

“A bateria foi inventada em 1800, quando o cientista italiano Alessandro Volta criou a pilha não recarregável. Em 1859, o francês Gaston Plante aperfeiçoou o invento, que passou a ser recarregável, além de acumular energia. Sua utilização em automóveis surgiu décadas depois em 1912. A bateria é a fonte de energia dos sistemas elétrico e eletrônico dos automóveis, através desta fonte o sistema é alimentado, enviando eletricidade para os componentes elétricos. O elemento básico de uma bateria é um conjunto de duas placas, de composições diferentes, mergulhadas num líquido apropriado ( o eletrólito ) e mantidas afastadas uma da outra por um separador de material isolante porém poroso de modo que deixasse passar os íons  $SO_4$  e  $H_2$  e consequentemente a corrente elétrica”, ao tratar de biblioteca digital, professor Carlos (2009).

Conforme Hewitt (2002, p.394) “as baterias realizam um trabalho para levar cargas negativas para longe das positivas, nas baterias químicas, esse trabalho é realizado pela desintegração do zinco ou do chumbo em ácido, com a energia armazenada nas ligações químicas sendo convertidas em energia potencial elétrica.

O projeto irá utilizar uma bateria recarregável automotiva convencional de 12V, 60Ah. A recarga será feita com um carregador automotivo convencional.

Segundo Alves (2002) “Para carregar uma bateria é necessário dispor de uma fonte de energia elétrica cuja tensão seja superior a tensão da bateria em circuito aberto, e cuja polaridade não se inverta, ou seja, uma fonte de corrente unidirecional ou contínua.” Com base em todo o conteúdo estudado, nosso projeto irá utilizar uma bateria com carregador externo. A bateria será de fácil acesso para o operador e poderá ser removida e colocada com facilidade.

#### 2.2.2.5 Sinalizadores

Sinalizador é um tipo de instrumento pirotécnico que produz uma luz brilhante ou som. No projeto o sinalizador tem por função indicar a operação que o veículo realizará, segundo Franchi (2007, p.112), “usado para outras finalidades, tais como sinalização”. Utilizados devido à simplicidade, eficiência e baixo custo, normalmente os sinais são fornecidos por *led's*.

Será utilizado um sinalizador sonoro e outro visual para que combinados possam alertar sobre a presença do veículo e informar o estado de operação do mesmo. Serão utilizados os seguintes sinalizadores:

- Giroflex: Ao ser energizado o veículo, será ligado o giroflex que é um sinalizador do tipo luminoso que indicará que o veículo está realizando o seu ciclo, com uma luz giratória para que não ocorram acidentes.
- Buzzer: será outro tipo de sinalização que será utilizada. O buzzer apresenta um sinal sonoro e sua função principal será alertar quando o veículo é interrompido sem o acionamento do botão de emergência ou pausa, este sinal será indicado através de um “BIP” a cada cinco segundos.

A sinalização é muito importante para o uso do veículo para prever os riscos de colisão e haverá um vantajoso nível de atenção das pessoas em volta.

### 2.2.2.6 Botões

Botões eletrônicos são componentes que substituem botões mecânicos utilizados para acionamentos de máquinas. Por não requererem esforço físico para acioná-las e serem ergonômicas, reduzem o estresse e a possibilidade de doenças profissionais propiciando bem-estar físico e mental ao operador.

Ao tratar de biblioteca digital, SIEMENS (2000) esclarece que, botoeira “...executa as funções de liga-desliga para comando, em especial, das chaves de partida direta”, botoeiras são interruptores ou acionadores usados em máquinas.

Ao tratar de biblioteca digital, Pazzini (2002) esclarece que “as botoeiras são chaves especiais utilizadas para comando de circuitos com conta tores. São acionadas através de pressão, retornando seus contatos ao seu estado de repouso (NA/NF) quando liberadas”.

Podem possuir diversos contatos. As botoeiras são acionadas através de comando manual, ou seja, através do operador.

Em síntese, botoeiras são chaves com contatos (NA/NF) capaz de acionar equipamentos eletrônicos, podendo ser chave liga/desliga, emergência e inclusive com chave para partida.

### 2.2.2.7 Sensores

O sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico de maneira específica e mensurável, alguns sensores respondem com sinal elétrico a um estímulo, isto é, convertem a energia recebida em um sinal elétrico. Nesse caso, podem ser chamados de transdutores. O transdutor converte um tipo de energia em outro. É geralmente composto por um elemento sensor e uma parte que converte a energia proveniente dele em sinal elétrico.

“sensores óticos “emitem um feixe de luz e detectam as alterações da intensidade de luz recebida em consequência do movimento de objetos opacos, possuem um emissor de impulsos rápidos de luz infravermelha e um receptor, reage ao sinal luminoso refletido pela superfície do objeto a detectar, o emissor e o receptor estão numa mesma peça”, ao tratar de biblioteca digital Moraes (2007).

Segundo Thomazini (2007, p.65), sensores óticos “são componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção de qualquer material sem que haja contato mecânico entre eles. (...) Baseia-se na existência de um emissor e de um receptor”. A luz gerada pelo emissor deve atingir o receptor com intensidade suficiente para fazer com que o sensor comute sua saída.

O mesmo autor relata que sensor ótico de reflexão difusa: “(...) possui o emissor e o receptor montados no mesmo dispositivo. A luz enviada pelo emissor cria uma região ativa cuja presença de um objeto faz com que a luz refletida de forma difusa, de volta ao receptor, ativando o sensor (...).”

Ao tratar de biblioteca digital, Fontes (s/ano), “o transmissor envia o feixe de luz através de um fotodiodo, que emite flashes, com alta potência e curta duração, para evitar que o receptor confunda a luz emitida pelo transmissor com a iluminação ambiente.” Segundo ele, no sistema de sensor ótico de reflexão difusa, “o transmissor e o receptor são montados na mesma unidade”. Sendo que o acionamento da saída ocorre quando o objeto a ser detectado entra na região de sensibilidade e reflete para o receptor o feixe de luz emitido pelo transmissor.

#### 2.2.2.8 NR 10

NR 10 estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em

instalações elétricas e serviços com eletricidade. Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

#### 2.2.2.9 NR 12

Essa norma tem como objetivo proteger e garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais normas Regulamentadoras – NR aprovadas pela portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

#### 2.2.2.10 NR 26

NR 26 tem por objetivo fixar as cores que devem ser usadas nos locais de trabalho para prevenção de acidentes, identificando os equipamentos de segurança, delimitando áreas, identificando as canalizações empregadas nas indústrias para a condução de líquidos e gases e advertindo contra riscos.

### 3 METODOLOGIA

Nas primeiras reuniões foi definido os objetivos do projeto, como as necessidades envolvidas. Para compreender a extensão e a complexidade do projeto, foi definido o escopo através de uma reunião com *brainstorming*, e após aprovação do coordenador do projeto para há criação do WBS, com um detalhamento de todas as atividades envolvidas, como planejamento, pesquisa, documentação, aquisição de peças, montagem e testes do veículo proposto.

Para divisão correta do tempo previsto para entregar o projeto, foi realizado uma reunião com o grupo para criar o diagrama de Gantt, onde se planejou e dividiu o prazo das tarefas para que em vinte semanas possamos ter realizado as seguintes atividades solicitadas pelo professor: desenvolvimento da documentação, realização de pesquisas, dimensionamento da estrutura, das peças e partes mecânicas, efetuando a montagem e realizando eventuais testes e ajustes.

Em seguida foi realizado o 5W2H da equipe e junto com o Diagrama de Gantt, foi definido quais as questões mais específicas sobre a maneira como as tarefas seriam divididas e quais os requisitos exigiriam em infra-estrutura e pessoal, estabelecendo alguns prazos para as fases serem completadas, dando forma ao documento proposto.

A seguir se esclareceu as funções e criaram-se os planos de gerência, especificando as responsabilidades de cada integrante e a maneira sobre como lidar com as questões envolvidas mais previsíveis, como problemas com pessoal, cronograma, caixa e organização interna da equipe, bem como as relações entre as gerências. Neste ponto o projeto já ficou definido com tendo três fases distintas, sendo a primeira a organização da equipe com a respectiva documentação de como

foi feita a organização, e quais atitudes foram tomadas para a obtenção dessa ordem.

Também foi incluída na primeira fase a pesquisa referente aos equipamentos e materiais existentes que possibilitam a montagem, bem como as próprias características do que será montado. A primeira fase se encerra, e a documentação permanece em produção até o fim do projeto devido à necessidade de constante.

Na segunda fase o projeto técnico foi realizado. Para uma melhor organização técnica o projeto foi dividido em três áreas: mecânica, eletroeletrônica e programação lógica. Cada integrante, responsável por uma área específica escolhida de comum acordo com os demais por afinidade com as habilidades individuais, projeta e constrói os modelos e diagramas que serão utilizados, e que poderão ser estudados pelos outros integrantes antes da compra de peças e montagem. A obtenção obtida se torna o foco, ocorrendo o dimensionamento dos componentes e o desenho dos mesmos. Nesta fase também foram feitos os orçamentos prévios e obtidos os dados que permitem realizar uma comparação da relação de custo e benefício das peças e componentes.

Após as pesquisas e análise dos projetos propostos, sendo analisados por todos, iniciou-se a compra das peças. Somente na terceira fase, iniciando por volta da décima semana, começou a montagem do projeto.

Nesta fase se reúne na oficina para em conjunto onde se realiza a montagem e integração dos sistemas do projeto. O grupo foi dividido em quatro partes onde a 1º realizou a montagem mecânica, 2º a montagem elétrica, 3º a documentação e a 4º desenhos e simulação em Solid works. Cada um teve a responsabilidade de coordenar e integrar seu sistema ao protótipo.

Por último foi obtida a realização de um plano de manutenção de acordo com o que foi projetado e montado, e os testes e revisões serão feitos para aprimorar eventuais pequenas falhas que possam ter permanecido despercebidas até então, quando o projeto estará concluído.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

### **4.1 FERRAMENTAS GERENCIAIS**

#### **4.1.1 Escopo**

##### **4.1.1.1 Objetivo**

Projetar um veículo automatizado de pequeno porte que através de sensores faz a leitura e segue linhas demarcadas no chão, para transporte de materiais em indústrias.

##### **4.1.1.2 Justificativa**

Diversas empresas e indústrias utilizam pessoas para tarefas simples, e muitas vezes cansativas, de entregas, transporte entre outros. Um veículo capaz de percorrer distâncias, grandes ou pequenas, realizando tarefas automatizadas de maneira simples e com pouca interferência no ambiente (somente pintando linhas ou pontos no chão) pode ser extremamente útil em diversos ambientes. Constatou-se a necessidade da criação desse projeto para atender a demanda da BATTISTELLA VEICULOS PESADOS, a qual tem a necessidade de um veículo que faça o transporte

de materiais e peças dentro da fábrica para reduzir o tempo com deslocamentos de funcionários á busca de instrumentos na empresa.

#### 4.1.1.3 Infra-Estrutura

Para a realização do projeto é necessário ter acesso a uma oficina que tenha máquina de torno, máquina de fresa, máquina de solda, computador para programar clp, computador para realizar desenhos em Solid Works, caixa de ferramentas, lixadeira, metaleira, guilhotina, furadeira, rede elétrica 110V; espaço com no mínimo 3x3m para a realização de testes práticos, além testes que serão realizados no decorrer da montagem onde será necessário o uso de bancadas, compressor para a pintura, parafusadeira,

#### 4.1.1.4 Atividades

- Dividir gerências, e definições de habilidades;
- Aplicar ferramentas gerenciais de um projeto (Diagrama de Gantt, Fluxograma, 5W2H, Diagrama de causa e efeito, FMEA e WBS);
- Realizar pesquisas em livros, jornais, revistas, sites acadêmicos;
- Obter dados técnicos sobre as normas que a fim serão utilizadas para a realização do projeto;
- Realizar desenhos com a ferramenta Solid Works;
- Elaborar planejamento financeiro para aquisição dos materiais necessários;

- Realizar a documentação do projeto;
  - Efetuar aquisição de materiais;
  - Projeto e desenho das partes mecânicas;
  - Projeto e desenho dos circuitos eletrônicos;
  - Projeto e desenho dos circuitos elétricos de alimentação e recarga;
  - Projeto e teste de sensores;
  - Montar parte mecânica do veículo;
  - Montar os circuitos de força (alimentação);
  - Montar os sistemas eletrônicos de direção e controle;
  - Programação de sistema micro-controlado;
  - Fabricar o veículo;
  - Realizar testes e ajustes no decorrer do processo;
  - Realizar testes e ajustes finais quando tudo estiver pronto;
  - Montar o ambiente de teste;
  - Fazer revisão e testes até a conclusão;
  - Apresentar à Banca Examinadora o trabalho realizado ao longo do período;
- Segue no apêndice A e B a definição de habilidades e planos gerenciais.

#### 4.1.1.5 Premissas

- O ambiente deve ser livre de obstáculos.
- O usuário deve efetuar a recarga da bateria externamente e trocá-la manualmente para o funcionamento.
- Deve haver fornecimento de energia elétrica com tensão de 127v ou 220v para recarga.
- Deve haver locais para testes.

- Para segurança deverá possuir ao menos um sensor de colisão frontal com alerta.
- Deve haver manutenção preventiva a cada 90 dias.

#### 4.1.1.6 Restrições

- Atrasos na entrega de material do fornecedor.
- Não funciona corretamente em pisos irregulares.
- Não funcionamento das rodas pelo fato de haver pisos molhados.
- Não tem proteção para operar em ambientes externos.

#### 4.1.2 WBS

A utilização da WBS no projeto, servirá como base para o detalhamento do projeto, a definição de um diagrama de Gantt e a criação de responsabilidades, para a execução do projeto. não escopo, bem como a definição do cronograma, da matriz de responsabilidades, da avaliação de riscos e dos demais processos que integram o gerenciamento de projetos. A WBS tem como objetivo apresentar em forma de tabela, identificando as atividades para o desenvolvimento na construção do projeto, é uma das partes mais importantes no plano do projeto. Ela serve como entrada para o desenvolvimento da agenda, atribuir funções e responsabilidades, gerenciarem riscos, entre outros. Na figura 12 mostra o WBS do projeto.

#### 4.1.3 Diagrama de Gantt

A utilização do diagrama de Gantt no projeto é determinar o tempo de realização de cada tarefa, e é representado por uma linha que indica as semanas

para a execução do projeto, e colunas que indicam as tarefas a serem realizadas. Assim o gerente de cronograma consegue ter um maior controle sobre as atividades a serem entregues. A tabela 3 mostra o Diagrama de Gantt utilizado para a realização do projeto. Segue no apêndice C o calendário de reuniões.



#### 4.1.4 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta que determina as atividades que precisam ser desenvolvidas com o máximo de clareza possível. Ele funciona como um mapeamento destas atividades, onde ficará estabelecido o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo e como realizar.

Essa ferramenta foi extremamente importante para que todas as atividades fossem divididas e separadas igualmente para cada integrante, e com isso obteve um controle maior para os gerentes de cronograma, comunicações, aquisições, escopo e recursos humanos. A tabela 4 mostra o 5W2H da equipe, para realizar o projeto. Segue do apêndice D os 5W2H individuais.

#### 4.1.5 FMEA

Este é o objetivo básico desta ferramenta e, portanto, pode-se dizer que se está, com sua utilização, diminuindo as chances do produto ou processo falhar durante sua operação, ou seja, estamos buscando aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto/processo.

Na tabela do projeto, visa identificar cada item que compõe o veículo, a sua função, as falhas, seguindo os índices da NRP, e assim procurando ações recomendadas para garantir a confiabilidade do projeto. A tabela 5 mostra o FMEA utilizado para os testes de confiabilidade do projeto.









#### 4.1.6 Diagrama de causa e efeito

O diagrama de ishikawa é uma ferramenta que mostra a relação entre um efeito e as possíveis causas que podem estar contribuindo para que ocorra o problema. Esse efeito e as causas identificadas foram colocados no formato de uma espinha de peixe, o que facilita muito a visualização, a relação entre todas as causas e como o efeito pode ser resolvido.

Para um diagrama eficiente, essas causas foram identificadas através de um brainstorm, com toda a equipe reunida, dando opiniões e sugerindo causas. Assim, o diagrama ficou muito mais verdadeiro e confiável. A figura 13 mostra o diagrama de causa e efeito, utilizado para detectar uma falha no projeto.

#### 4.1.7 Fluxograma

O objetivo da construção do fluxograma no projeto pode ser representado através de símbolos que indicam o processo, indicam o início onde foram tomadas as primeiras decisões, indicam a parte de aquisições e construção do projeto e por último mostram o que foi realizado na etapa final, através do fluxograma podem analisar processos, indicar fluxo de trabalho ou de informações da construção do veículo, para enfim ser tomadas decisões por todos que realizam o projeto.

O importante é estabelecer o fluxograma de forma que ele fique o mais claro possível, ou seja, que fique fácil identificar as ações que devem ser executadas e alternativas do processo. A figura 14 mostra p fluxo de preparação do projeto.



## 4.1.8 Plano de manutenção preventiva

Nº	OPERAÇÕES E AÇÕES	MEDIDAS A TOMAR SE NECESSARIO	PERIODICIDADE EM MESES					INSPEÇÃO HIGIENICA
			1	3	6	12	24	
	<b>Estrutura chassi</b>							
1	Verificação dos parafusos fixadores	reaperto ou substituição		x				
2	Verificação da soldagem	reparos na soldagem				x		x
4	Verificação da corrosão	Determinar causa, fazer reparos e aplicar anti corrosivos				x		x
5	Verificação no alinhamento da estrutura	Determinar causas, e fazer ajustes para alinhamento adequado				x		
	<b>Carroceria</b>							
6	Verificação de parafuso fixadores	Reaperto ou substituição		x				
7	Verificação dos rebites fixadores	Substituição		x				
8	Verificação da corrosão nas chapas	Substituição das chapas, reparos e pintura.				x		x
	<b>Mancais de rolamentos</b>							
9	Verificação da folga no rolamento	substituição imediata		x				
10	Verificação do aquecimento	Lubrificação com óleo de máquina ou substituição do mesmo		x				
11	Verificar se não há limalha de ferro no rolamento	Lubrificar e preparar para troca do mesmo		x				
12	Verificação de ruídos acima do normal	Lubrificação ou substituição do rolamento		x				
13	Verificação da fixação do mancal ao chassi	Reaperto dos componentes fixadores		x				
	<b>Rodas e Rodizios giratórios</b>							
14	verificação da fixação	Reaperto dos parafusos de fixação		x				

15	Verificação dos rolamentos	Lubrificações com óleo máquina ou troca do rolamento		x					x
16	Verificação da borracha	Substituição da roda				x			
	<b>Eixo</b>								
17	Verificação de rupturas	troca do eixo		x					
18	Verificar vibração no eixo	reusinagem para ajuste ou substituição		x					
19	Verificação de desgates	Lubrificação com óleo máquina		x					x
20	verificação de buchas de fixação	Reaperto dos parafusos de fixação ou substituição		x					
	<b>Baterias</b>								
21	Verificação dos polos	Reaperto e retirada do zinabre	x						x
22	Verificação da sua fixação junto ao chassi	Reaperto de parafusos fixadores				x			
23	Verificação dos níveis de corrente	troca da bateria		x					
	<b>Motor</b>								
24	Verificação do sistema de ventilação	substituição e limpeza				x			x
25	Verificação da elevação da temperatura	Substituição de rolamentos				x			
26	Verificação do mancal e rolamento do motor	substituição e lubrificação				x			
27	Verificação de escovas, aneis e coletores	substituição				x			
28	Verificação da ligação elétrica	Religação e ajustes							
	<b>Painel elétrico</b>								
29	Verificação das botoeiras	Substituição e limpeza				x			x
30	Verificação de humidade ou poeira no painel	Secagem e limpeza				x			x
31	Verificação de condutores e conexões	Reaperto dos conectores e substituição de condutores				x			
32	Verificação da temperatura dos componentes elétricos	Determinar causas e aplicar ajustes ou substituição de componentes				x			
34	Verificação de fusíveis	substituição				x			
35	Verificação dos contadores	Ajustes ou substituição				x			
	<b>Componentes eletrônicos</b>								
36	Limpeza do arduino	Retirar resíduos de poeira com um pincel			x				x
39	Limpeza dos Drivers	Retirar resíduos de poeira com um pincel			x				x
40	Verificação dos cabos conectores	Substituição ou conectar cabos soltos			x				
41	Verificação dos conectores	Retirar resíduos de poeira com um pincel e aplicar spray limpa contato			x				x



Destruvar o Botão de emergência

Destruvar o botão de emergência;

Pressionar a chave de acionamento do painel, que

é o mesmo;

- Para o veículo ler linhas pretas em piso branco, ligar a chave liga/desliga no painel;
- Para o veículo ler linhas brancas em piso escuro, pressionar o botão de pausa ao mesmo tempo da chave liga/desliga no painel;
- O display irá mostrar a mensagem de boas vindas seguida da configuração escolhida;

Mensagem de boas vindas e conf. escolhida

Para ler linhas pretas, ligar a chave Liga/Desliga

Para ler linhas brancas acionar botão pausa junto com a chave Liga/Desliga

Ligar a chave de acionamento

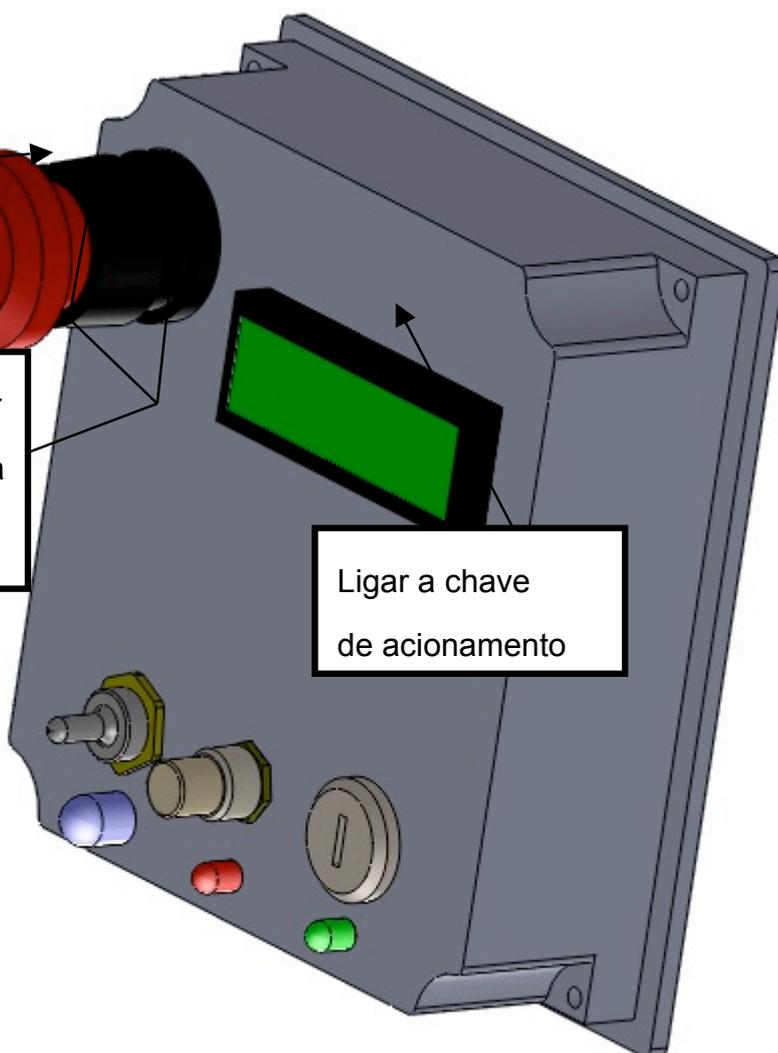


Figura 12: Utilização do Painel de Controle

FONTE: Os Autores (2011)

- O veículo iniciará no modo perdido, ligando o giroflex intermitentemente e emitindo um aviso sonoro. Posicione o leitor central sobre a linha e verifique se no display aparece a letra C que significa centro, com isso o veículo está pronta para utilizar.
- Ajustar o sensor se necessário. Para leituras exageradas de um sensor, como interpretar parte do piso ou sujeira como sinal guia, girar o botão de ajuste no sentido anti-horário. Para leituras falhas de algum sensor, como não ler uma faixa devidamente, aumente a sensibilidade girando o potenciômetro no sentido horário.
- Pressionar o botão de pausa localizado no painel. O veículo irá ligar a sinalização e em 10 segundos partirá;
- Para realizar a pausa do veículo, o operador deverá esperar que o mesmo realize a pausa automática de 10seg. no local indicado, e acione o botão de pausa que está no painel. A pausa funciona com o veículo em movimento, mas para parar o mesmo nesta condição deverá ser utilizado o botão de emergência, localizado também no painel, que possui formato, tamanho e cor apropriados para esta situação;
- Para o retorno do ciclo deverá novamente acionar o mesmo botão de pausa;
- Para desligar o veículo o operador deverá esperar o AGV realizar a pausa automática de 10s, a acionar o botão de Liga/Desliga, Emergência e chave de acionamento;
- O veículo monitora a bateria constantemente. Quando atingir 11,8V entrará no modo inoperante, esperando recarga. Caso precise realizar a recarga, colocar o carregador de bateria e ligar na tomada.

## 4.2 Aspectos Técnicos

Neste capítulo, será descrito qual a utilização de cada componente no projeto.

### 4.2.1 Projeto mecânico

Projeto mecânico surge da necessidade para a elaboração do AGV, para a sua construção será necessário utilizar ferramentas adequadas para a sua elaboração.

#### 4.2.1.1 Aço 1020

Por tratar-se de um aço cujo a sua aquisição financeira é de um baixo custo e fácil de adquirir no mercado a sua utilização será empregado em toda a estrutura física do projeto, será utilizado na forma de chapas com espessura de 6mm e 1mm , cantoneiras, na fabricação do eixo, suporte para o motor, cabine da parte elétrica, suporte para a bateria. Conforme o estudo para o seu dimensionamento foi realizados cálculos de momento fletor e forças cortantes garantiram que a estrutura física do veículo suporte a sua utilização. A figura 13 mostra o AGV, para realizar o seu dimensionamento.

Dimensionamento da estrutura física do veículo

Tendo uma carga de 100K distribuídos entre 20k na parte da frente do carrinho e 80k na parte do meio para traz.

Sendo sustentado por 4 rodas como exemplifica no desenho:

Para se calcular as rodas e o chassi deve-se dividir o carga pelo nº de rodas ou seja.

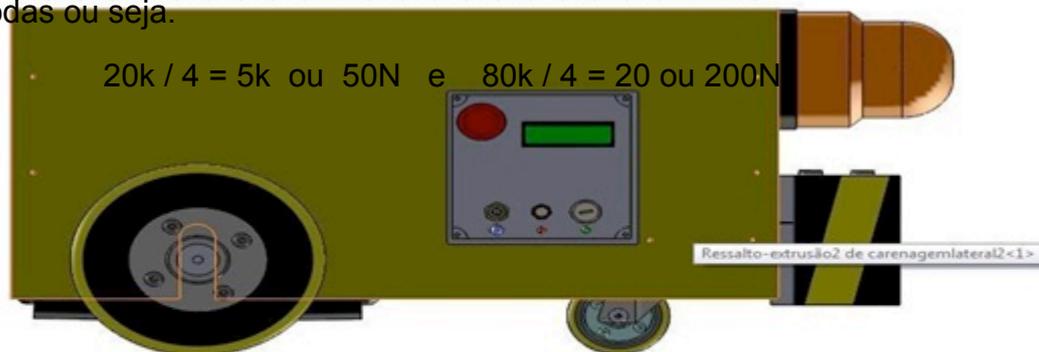


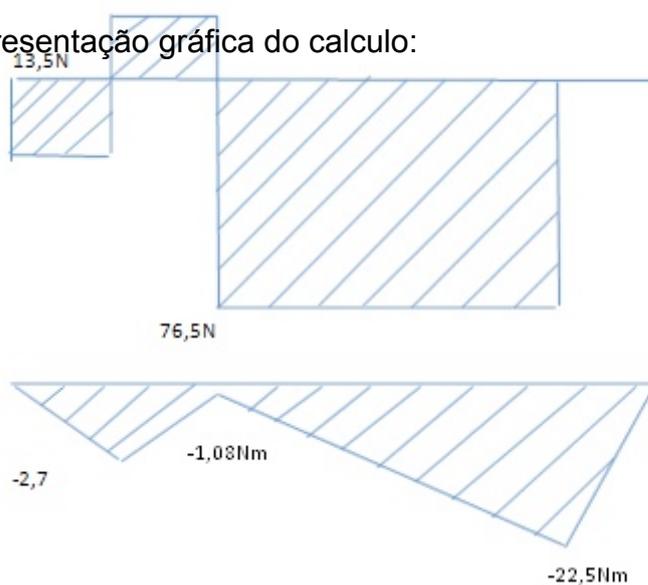
Figura 13: AGV

FONTE: Os Autores (2011)

Para o calculo da carga distributivo deve-se tirar a área para achar a carga aplicada:

$$50N \cdot 0,3 = 15N \quad e \quad 200N \cdot 0,45 = 90N$$

Representação gráfica do cálculo:



Calculo das forças para saber a carga que as rodas devem suportar:

$$\sum M=0$$

$$-15 \cdot 0,03 + 90 \cdot 0,345 - R_B \cdot 0,4 = 0$$

$$-0,45 + 31,05 - R_B \cdot 0,4 = 0$$

$$R_B = 30,6 / 0,4$$

$$R_B = 76,5N$$

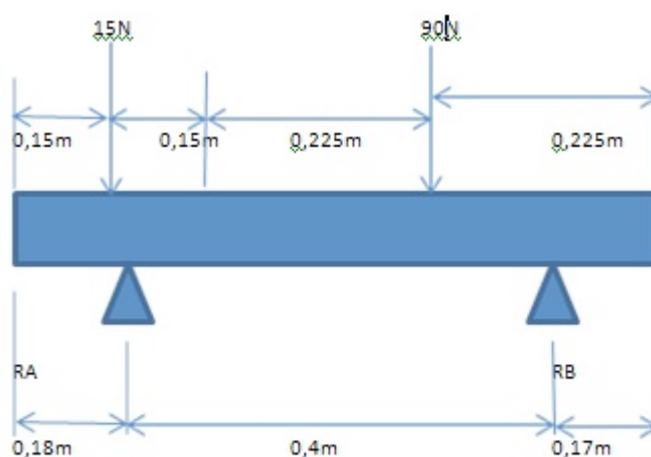
$$\sum F=0$$

$$-15 + R_A - 90 + 76,5 = 0$$

$$R_A - 105 + 76,5 = 0$$

$$R_A = 28,5$$

Calculo do momento cortante do chassi:



Dimensionamento do corpo do chassi:

Coeficiente de segurança	$K = 2$
Modulo	$w = B.h_{\sqrt{6}}$
Tensão de escoamento	$\sigma_e = 360 \text{ Mpa}$
Cálculo da altura	$h = 3.b$
$\sigma$ cizalhante	$\sigma = \sigma_e/k_{\sqrt{6}} \text{ ou } 360\text{MPa}/2 = 180\text{MPa}$
Momento Maximo	$M_{\text{max}} = 22,5\text{Nm}$

$$\sigma = M_{\text{max}} / w \dots \sigma = \frac{22,5}{b(3.b) / 6} \dots \sigma = \frac{22,5}{b^3 \cdot 9 / 6} \dots b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 22,5}{180\text{MPa} \cdot 9}} = 4,36\text{mm}$$

$$h = 3.b \dots 3 \cdot 4,36 = 13\text{mm}$$

$0 < x < 0,18$	$Q = -15\text{N}$
$0,18 < x < 0,3$	$Q = -15 + 28,5 = 13,5\text{N}$
$0,3 < x < 0,58$	$Q = -15 + 28,5 - 90 = 76,5\text{N}$
$0,58 < x < 0,75$	$Q = -15 + 28,5 - 90 + 76,5 = 0$

Calculo do momento fletor:

$$0 < x < 0,18 \quad M = -15.x \quad -15.0=0 \quad -15.0,18= -2,7\text{Nm}$$

$$0,18 < x < 0,3 \quad M = -15.x + 28,5(x-0,18) = -1,08\text{Nm}$$

4.2.1.2 Elementos de Fixação

$$0,3 < x < 0,58 \quad M = -15.x + 28,5(x-0,18) - 90(x-0,3) = -22,5\text{Nm}$$

$$0,58 < x < 0,75 \quad M = -15.x + 28,5(x-0,18) - 90(x-0,3) + 76,5(x-0,58) = 0$$

Rebites: Por ser de baixo custo de aquisição e facilidade de encontrar no

mercado, teve sua utilização no projeto, para a fixação da parte externa como chapas laterais de 1mm de espessura, com sua facilidade de instalação e remoção das partes laterais do veículo, com isso visa a facilidade de realizar manutenção no veículo.

Parafusos: será utilizado para a fixação do motor elétrico, suporte do motor, mancal, suporte das rodas fixas, suporte das rodas de rodízio giratório, chapa superior de aço 1020 com 3mm de espessura, os drivers elétricos, a sua utilização visa a facilidade de remover ambas as partes do veículo para possíveis ajustes e manutenção.

#### 4.2.1.3 Mancal

O mancal foi dimensionado e usinado, tendo como base o material de alumínio, em conjunto com o suporte do motor sendo ele do mesmo material do mancal, com isso houve uma centralização entre ambas as partes, com isso foi evitado a sobre carga no corpo do motor e evitar a quebra do eixo, será utilizado o mancal de deslizamento para o suporte do eixo. A figura 14 mostra o mancal usinado.

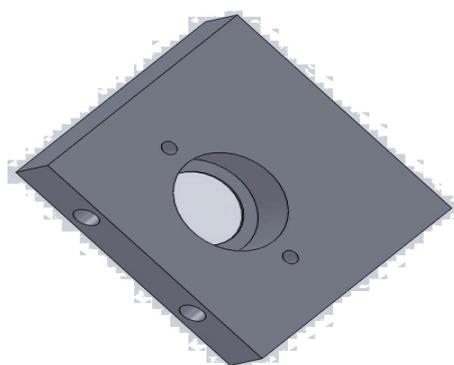


Figura 14: Mancal usinado no projeto

FONTE: Os Autores (2011)

#### 4.2.1.4 Soldagem

Para facilitar a soldagem e evitar erros devido à baixa experiência na área, foi utilizada a solda Mig, que é de fácil utilização, segura e teve a função de unir a estrutura do chassi, e com isso teve uma solda com resistência maior.

#### 4.2.1.5 Rodas

##### 4.2.1.5.1 Rodas traseiras

No projeto, as rodas utilizadas na parte traseira são acopladas diretamente ao motor por um elemento de transmissão de movimentos (eixo). Essas rodas suportam uma carga de 140 kg, sua largura é de 35 mm, diâmetro de 200 mm e o diâmetro do eixo é de 20 mm.

Seu material é de borracha maciça com núcleo de aço zincado estampado e são usadas somente em pisos que estejam em bom estado de conservação sem degraus ou ressaltos. A figura 15 demonstra um modelo de roda utilizada no projeto.

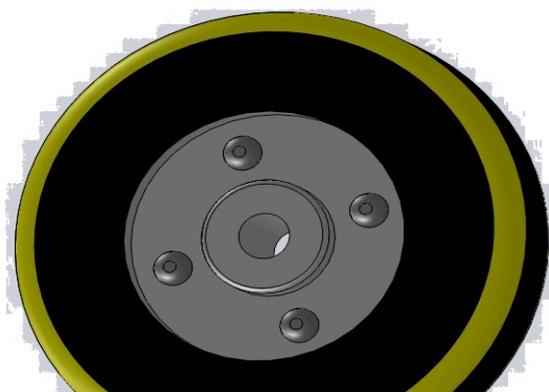


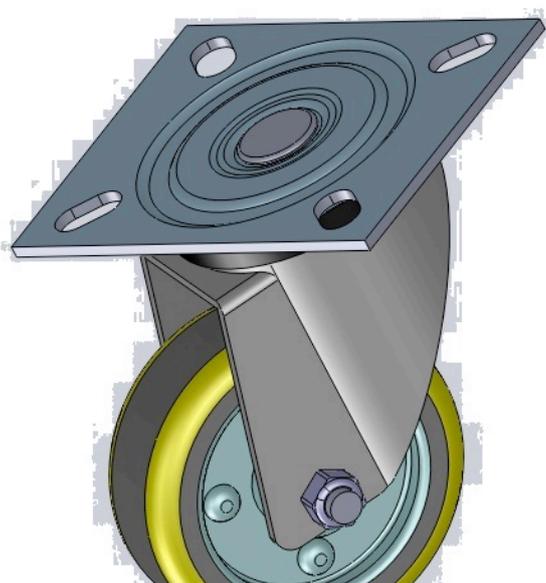
Figura 15: Roda fixa utilizada no AGV

FONTE: <http://www.brasutil.com/zPhoto/3579538761ProB-1.jpg>

#### 4.2.1.5.2 Rodas dianteiras

Na parte da frente são utilizadas rodas do tipo rodízio giratório, elas são fixadas diretamente no chassi através de elementos de fixação como parafusos, porcas e arruelas, e tem a função de auxiliar na direção em que o carro deve se movimentar.

O material de sua construção é de borracha maciça na cor preta, núcleo em chapa de aço zincado com rolete. Também utilizada somente em



material de sua construção é de borracha maciça na cor preta, núcleo em chapa de aço zincado e eixo da roda. Também utilizada em pisos que estejam em

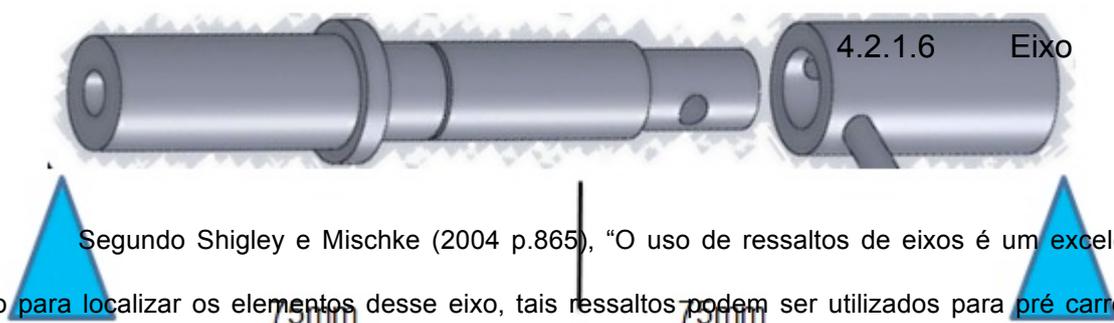
bom estado de conservação. Essas rodas suportar uma carga de 100kg cada uma. Sua largura é de 1.1/2" e diâmetro de 4". A figura 16 ilustra o modelo de roda utilizado na parte da frente do AGV.

$$F=335N$$

I

Figura 16: Rodas de rodízio giratório

FONTE: <http://www.leroymerlin.com.br>



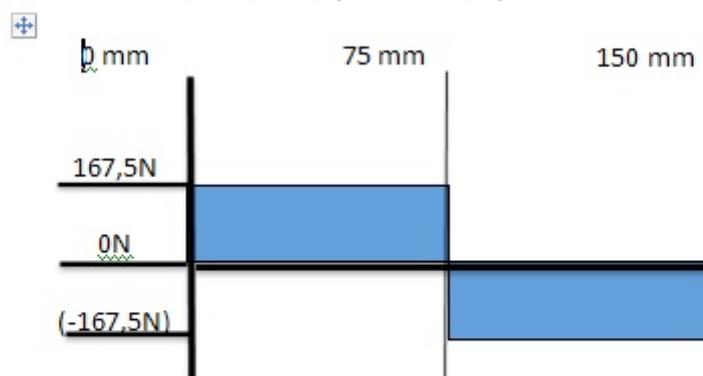
Segundo Shigley e Mischke (2004 p.865), "O uso de ressalto de eixos é um excelente meio para localizar os elementos desse eixo, tais ressalto podem ser utilizados para pré carregar mancais de rolamentos", no projeto os eixos são fixados em mancais de esforço radial, transmitindo a força do motor para a roda. O diâmetro do eixo é projetado de forma que entre sobre pressão no rolamento que está acoplado ao mancal, que por sua vez está fixado ao chassi por elementos de fixação como parafusos. Foi realizado o seu dimensionamento para evitar a sua ruptura e torção. Tanto no eixo esquerdo, quando no direito a força atribuída é a mesma, por isso os dois tem o mesmo diâmetro. A figura17 mostra o dimensionamento do eixo.

## FORÇA CORTANTE

$$0 < X < 1 = 167,5N$$

$$1 < X < 2 = 167,5 - 335 = -167,5N$$

$$2 < X < 3 = 167,5 - 335 + 167,5 = 0N$$

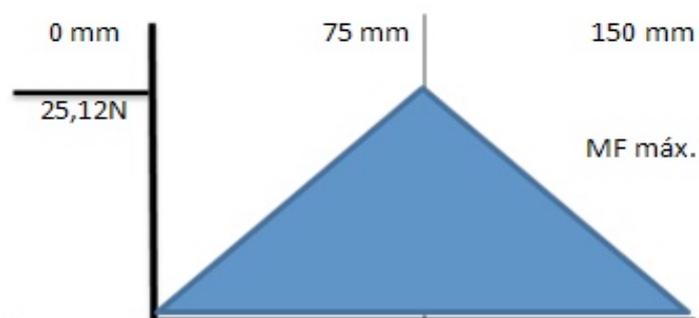


## MOMENTO FLETOR

$$X = 0 \quad 167,5 \cdot 0 = 0N$$

$$X = 75 \quad -167,5 \cdot 0 + 335 \cdot 75 = 25,12N$$

$$X = 150 \quad -167,5 \cdot 0 + 335 \cdot 75 + 167,5 \cdot 150 = 0N$$



## DIMENSIONAMENTO DAS FORÇAS

$$75 \cdot 335 + 150 \cdot R_b = 0$$

$$R_b = 167,5N$$

$$R_a = R_b = 167,5N$$

## MOMENTO TORÇOR/TORQUE

$$MT = 2 \cdot f \cdot S$$

$$MT = 2 \cdot 335 \cdot 0,06$$

$$MT = 40,2 \text{ N/m}$$

$$MT = \text{TORQUE}$$

$$F = \text{CARGA APLICADA}$$

$$S = \text{PONTO DE APLICAÇÃO}$$

## DIMENSIONANDO O CORPO

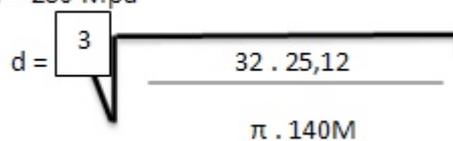
Tensão é do aço 1020 ABNT = 280 Mpa

$$T_{adm} = 280 / 2$$

$$T_{adm} = T_e / 2$$

$$T_{adm} = 140 \text{ Mpa}$$

## 4.2.1.7 Rolamento



$$d = 0,012\text{m}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

Foi utilizado no projeto o rolamento de esferas que consiste de quatro partes básicas: o anel interior ou pista; vários roletes de esferas; um colar para reter e separar os roletes; e uma pista externa. Pois não há necessidade de um rolamento mais forte, o que vai suportar a força radial aplicada será o mancal, a sua função é retirar o atrito do eixo e efetuar o deslizamento do mesmo no sistema de transmissão. Atrvés de cálculos foi realizado o seu dimensionamento. A figura 18 indica o rolamento utilizado no projeto.

#### Cálculo para capacidade de carga do rolamento

1 - Cálculo do rolamento utilizado com base em um eixo de 17mm, uma carga dinâmica de sentido radial e rotação de 100 rpm por/min.

2- Para calculo deve-se achar o fator de esforço dinâmico  $F^L$ , retirado de uma tabela para valores orientativos, esses valores são retirados em função da aplicação do rolamento.

3- Para a aplicação utilizada no projeto o  $F^L$  corresponde de  $3 \leq F^L \leq 3,5$

4- Também para o calculo deve-se achar o fator de rotação  $F_n$  retirado de uma tabela especifica para cada rolamento.

5- Para o projeto utilizou-se um  $F_n$  em função da rotação do eixo, ou seja, para 100rpm/min o  $F_n$  corresponde a 0,693.

6- A carga aplicada corresponde a carga radial ( $F_r$ ), 500N ( a carga que o carrinho suporta 1000N dividido por 2).

7- Equação para o cálculo da Capacidade de carga.

$$C = F_r \cdot (F^L / f_n) \quad \text{sendo } F^L = 3$$

$$F_n = 0,693$$

$$F_r = 500N$$

Substituindo na equação:

$$C = 500 \cdot (3 / 0,693)$$

$$C = 500 \cdot 4,329$$

$$C = 2164,5N$$

8- Equação para fator de esforço dinâmico  $F_L$ 

FONTE: NACHI (2003)

$$F_L = (C / Fr) \cdot Fn \ggg F_L = (2164,5 / 500) \cdot 0,693 \ggg F_L = 3$$

FIGURA 8.18 Relação de tamanho do rolamento utilizado no projeto

10 - Para um eixo com diâmetro de 17mm encontra-se do catálogo do

FONTE: Os Autores (2011)

fabricante NACHI os rolamentos fixos de esfera com as seguintes dimensões.

Capacidade de carga dinâmica $C_r$ (N)	Capacidade de carga estática $C_{or}$ (N)	Fator $f_0$	Limite de Rotação ( $\text{min}^{-1}$ )			Dimensões internas e de raio (mm)			Massa (kg)	Rolamento
			Lubrificação com graxa		Lubrificação com óleo	$d_a$ (mín.)	$D_a$ (máx.)	$r_a$ (máx.)		
			Aberto, ZE, ZZE, NKF, 2NKF	NSE, 2NSE	Aberto, ZE					
2630	1570	16,1	26000	15000	30000	19	24	0,3	0,008	6803
4600	2550	14,7	24000	15000	29000	19	28	0,3	0,018	6903
6000	3250	14,3	22000	—	26000	22	30	0,3	0,032	16003
6000	3250	14,3	22000	14000	26000	19	33	0,3	0,039	6003
9550	4800	13,1	18000	12000	21000	22	35	0,6	0,065	6203
13600	6550	12,3	16000	11000	19000	23	41	1,0	0,115	6303

#### 4.2.2 Projeto eletro/eletrônico

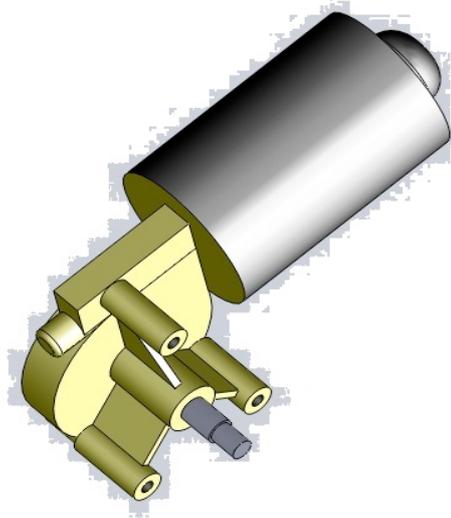
O projeto eletro /eletrônico visa fazer uma previsão escrita da instalação de componentes que serão utilizados no projeto, definindo todas as suas localizações , pontos de energia e de comandos definindo também o trajeto dos condutores e a divisão dos circuitos que serão necessários. Com um projeto eletro eletrônico bem definido teremos uma economia significativa na aquisição de materiais, agilidade na execução das instalações e uma previsão da necessidade de consumo para melhor rendimento do mesmo.

O circuito é composto por conectores que se encaixam diretamente na placa do Arduino Uno, facilitando o encaixe, troca e remoção do mesmo.

Cada entrada ou saída da placa é conectada a um resistor de 1k Ohm, para limitar a corrente em caso de eventuais diferenças de tensão. A placa possui conectores que servem para ligar o led de pausa, o botão de pausa, os sensores de colisão, as saídas PWM, o display e uma entrada e saída utilizadas pelos circuitos de força, como giroflex e motores, que, sendo alimentados por 12V, tem sua alimentação cortada por um relé enquanto a placa estiver desligada. Possui circuitos divisores de tensão que são utilizados para converter sinais de 12V dos sensores para os sinais lógicos de 5V utilizados pelo Arduino. Também possui um circuito divisor de tensão que faz a mesma conversão e é lido por uma entrada analógica que serve para monitorar a tensão da bateria.

#### 4.2.2.1 Motor elétrico

No projeto serão utilizados dois motores de pára-brisas de carros nacionais, que tem um torque de 17 N.cm e potência de 100W, o que será o ideal para a locomoção do veículo. Para que a Batistella utilize o veículo, terão que ser trocados os motores por motores de 500w de potência. Seu dimensionamento foi realizado através de cálculos. A figura 19 mostra o motor utilizado.



#### 4.2.2.2 PLC

O PLC utilizado é o Arduíno Uno, que tem facilidade de utilização por ter entrada USB, permite ser programado em C e é barato e confiável. Com isso será possível diminuir a potência dos motores, fazendo curvas suaves para a esquerda ou direita com perfeição, e acelerar suavemente o veículo nas retas. É possível programá-lo para que, conectado a uma tela, monitore e informe o nível da bateria para fazer a sua recarga. A função do Arduíno é receber sinal dos sensores direcionais, processar a informação, escolher a potência apropriada e repassar para os motores elétricos. No apêndice E é possível visualizar o programa.

#### 4.2.2.3 Drivers

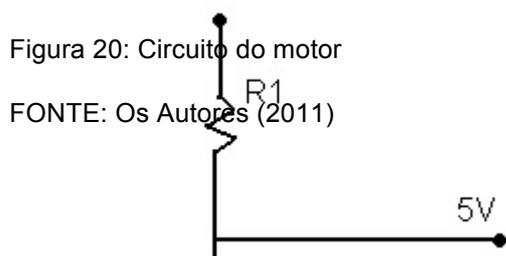
Desenvolvemos drivers a partir de circuitos pesquisados, utilizando basicamente um resistor para acoplar a saída PWM dos pinos 5 e 6 do Arduino Uno para a entrada de um transistor FET IRFZ46N, de alta potência, que realiza o chaveamento da tensão que vai para o motor. Paralelamente com o motor um diodo ligado não conduzindo garante que os picos reversos de tensão sejam descarregados na fonte, e não no transistor. Um capacitor em paralelo de 1000uF por 200V garante que a tensão e corrente fornecidas para o motor sejam homogêneas, com movimentos mais leves e variações mais suaves de velocidade, sem comprometer o comando de velocidade ou atrasar sua resposta. Um led em série com um resistor fica em paralelo com o capacitor e diodo para sinalizar quando a corrente está passando pelo sistema.

##### Circuito do driver do motor

Esse circuito tem a função de receber a informação do arduino (PLC), conforme a programação em forma de PWM e transferir a mesma com a devida tensão para os motores.

Esse circuito possui como componentes:

- 1 Fusível (F1)
- 1 Capacitor de 0,1  $\mu$ F 50V (C3)
- 1 Diodo IN4007 (D1)
- 1 Resistor 2,7K $\Omega$  (R1)
- 1 LED (LD1)
- 1 Transistor JRF44N (T1)



Circuito divisor de tensão

Esse circuito tem a função de reduzir de 12V para 5V a tensão de entrada dos componentes como; sensores, giroflex e buzzer. Devido o arduíno receber somente como tensão de entrada 5V.

The diagram shows a voltage divider circuit. It starts with a 12V source connected to a resistor labeled 'R1' (4.7kΩ). This resistor is connected to another resistor labeled 'R2' (2.2kΩ), which is connected to ground. The output of the divider is taken from the node between R1 and R2, which is labeled '5V'.

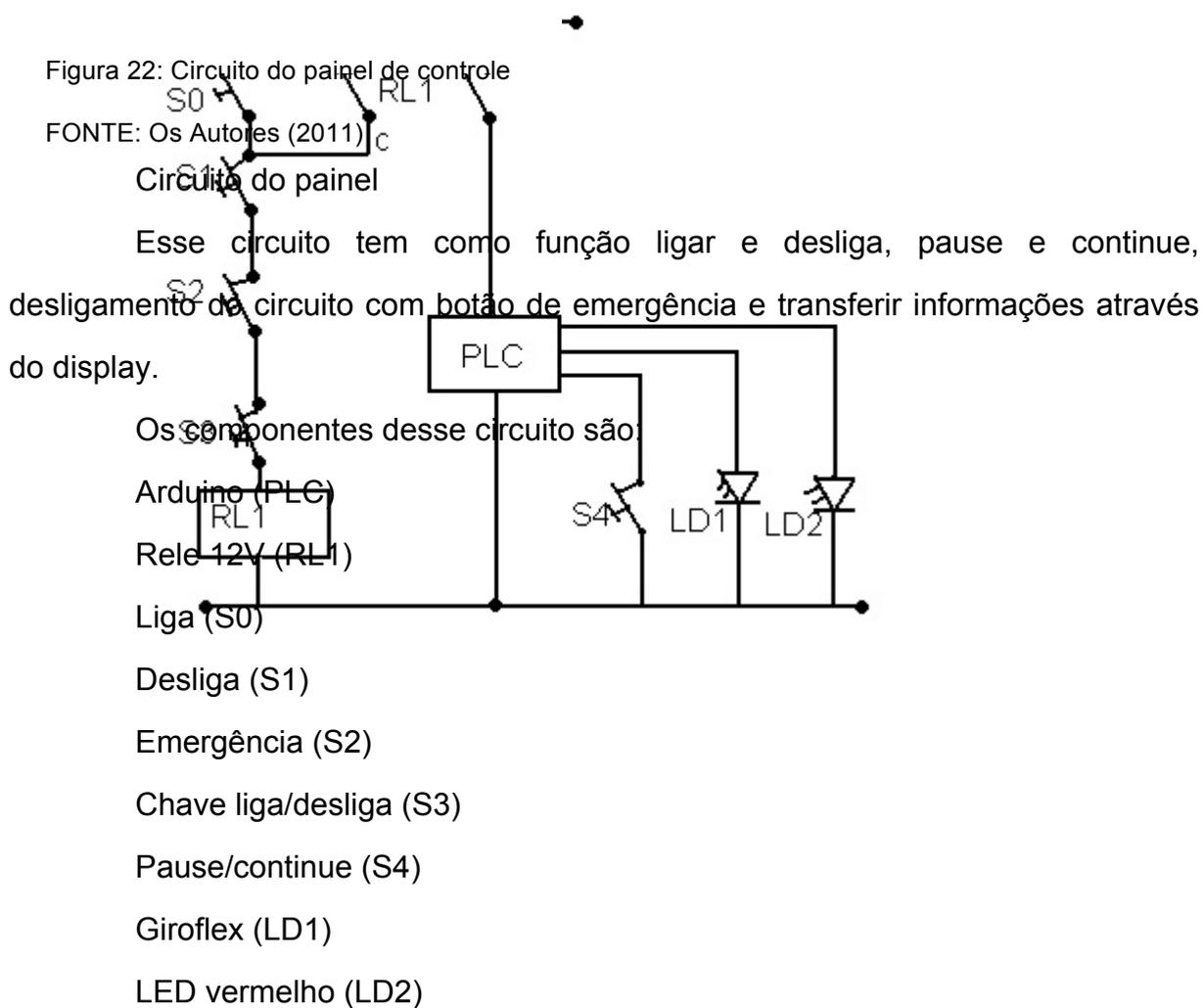
Os componentes utilizados neste circuito são:

Um LED azul (LD1)

Resistor 4,7KΩ (R1)

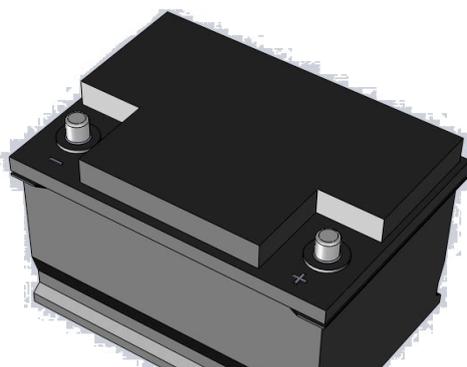
Resistor 2,2 KΩ (R2)

A divisão da tensão ocorrerá entre os resistores R1 e R2 quando é aplicada uma tensão nos extremos do circuito, enquanto o LED tem a função de informar se o circuito está ligado ou desligado.



#### 4.2.2.4 Baterias

Utilizamos uma bateria automotiva comum de 60 Ah para o projeto. Como o veículo possui um consumo estimado de 12A nas retas e 8A nas curvas, obtidas das especificações dos motores somadas à corrente de 0,5A consumida pela placa, sua duração é estimada em 5 horas de uso contínuo. A figura 23 mostra a bateria utilizada para a alimentação elétrica do AGV.



#### 4.2.2.5 Sinalizadores

Os sinalizadores são instrumentos que produzem luz ou som, e com isso têm a função de indicar a operação que o veículo irá realizar, será utilizado devido à simplicidade de instalação, eficiência e baixo custo, onde utilizaremos um buzzer para aviso sonoro e um sinalizador do tipo giroflex de 12V para sinalização visual.

#### 4.2.2.6 Botões

São utilizados botões do tipo de emergência NF para desligamento em caso de parada não programada, uma chave de liga desliga, chave de contato NA para botão de pausa contínua, e botões do tipo push button para sensor de colisão.

##### 4.2.2.6.1 Botões utilizados

- Botão com chave liga/desliga – o qual tem a função de acionar o sistema elétrico do carro, tem como finalidade executar a energização do veículo, assim o operador

aciona o mesmo. Quando aplicada uma força na chave trava NA ele energiza o sistema, e aciona o *led* indicando que sistema está energizado.

- Botão liga (S1) – a ser utilizado com a função de colocar o carro em movimento, quando colocado a força de impulso sobre a chave NA será iniciado o ciclo do veículo.

- Botão de emergência – A proteção principalmente das pessoas e das máquinas que elas operam é de vital importância no ambiente de trabalho. Desta forma, os dispositivos quem desligam a máquina em uma emergência são essenciais nos projetos de máquinas e plantas indústrias, importante para a segurança de todos que operam.

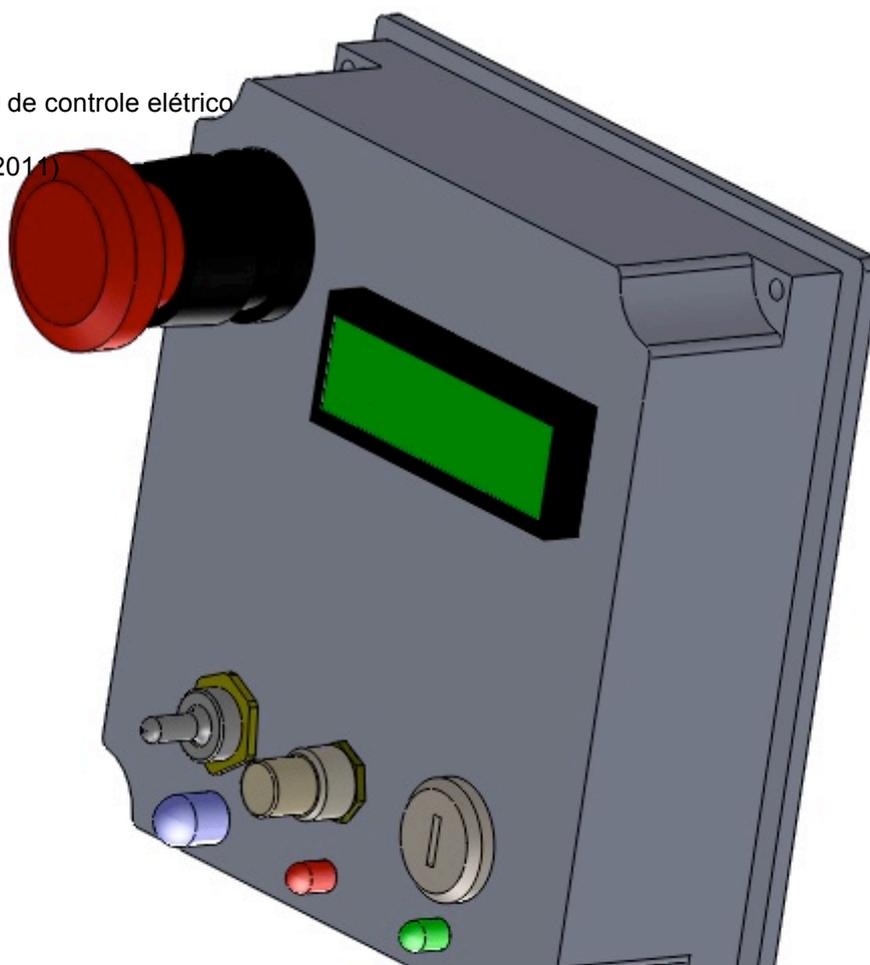
- Botão desliga (S0) - Tem como finalidade executar desativação do veículo, assim o operador aplica um impulso.

FIGURA 24 – Painel de controle elétrico

Fonte: Os Autores (2011)

retirada

- Botão de emergência (S0) - Tem como finalidade executar desativação do veículo, assim o operador aplica um impulso. Após a retirada do botão será novamente acionado. A figura 24 mostra



do. Após a

omando do  
mpulso NA,  
retirada da  
botão será  
novamente  
do. A figura

#### 4.2.2.7 Sensores

No projeto serão utilizados sensores óticos difusos, que realizarão a leitura das linhas demarcadas no chão para movimentação do veículo. Os sensores podem ser ajustados através de potenciômetros localizados na parte superior, permitindo uma ampla faixa de ajuste e ampla faixa de operação. Para o sensor ter mais sensibilidade, ou seja, caso ele não leia alguma das linhas demarcadas, deve ser girado no sentido horário. Se o sensor ler alguma informação que não deveria ser lida, por exemplo, algum sinal de rejunte do piso ou sujeira, deve ser girado no sentido anti horário, diminuindo a sensibilidade. O sensor é uma das principais partes do veículo, sendo que quando realiza a leitura das linhas demarcadas no chão, é enviado um sinal PWM para o PLC Arduino. Para a aplicação do veículo na

emergência

S1) Desliga(S0)

utilizados no para-choque sensor anti-colisão infra-vermelho ou seu custo elevado não foi utilizado. A figura 25 mostra os sensores óticos utilizados no projeto.

tão de comando



### 4.2.3 NR 10

#### 4.2.3.1 Medidas de controle

Serão utilizadas no desenvolvimento de projeto as seguintes normas:

- Em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de análise de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

Foi instalado um disjuntor e um fusível para proteção do circuito elétrico visando prevenir curto circuito e sobrecargas.

#### 4.2.3.2 Medidas de proteção coletiva

- Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas, prioritariamente, medidas de proteção coletiva aplicáveis, mediante procedimentos, às atividades a serem desenvolvidas, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

- As medidas de proteção coletiva compreendem, prioritariamente, a desenergização elétrica e, na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança.

Visando a segurança na hora da manutenção é indicado que seja feita a remoção dos cabos da bateria, assim desenergizando todo o sistema.

#### 4.2.3.3 Segurança em projetos

- É obrigatório que os projetos de instalações elétricas especifiquem dispositivos de desligamento de circuitos que possuam recursos para impedimento de reenergização, para sinalização de advertência com indicação da condição operativa.

- O projeto elétrico, na medida do possível, deve prever a instalação de dispositivo de seccionamento de ação simultânea, que permita a aplicação de impedimento de reenergização do circuito.

- O projeto de instalações elétricas deve considerar o espaço seguro, quanto ao dimensionamento e a localização de seus componentes e as influências externas, quando da operação e da realização de serviços de construção e manutenção.

- Os circuitos elétricos com finalidades diferentes, tais como: comunicação, sinalização, controle e tração elétrica devem ser identificados e instalados separadamente, salvo quando o desenvolvimento tecnológico permitir compartilhamento, respeitadas as definições de projetos.

Para impedir a reenergização do circuito nos utilizamos o botão de emergência e o disjuntor que são dispositivos que interrompem a circulação de energia em todo o sistema de forma imediata.

#### 4.2.3.4 Segurança na construção, montagem, operação e manutenção

- As instalações elétricas devem ser construídas, montadas, operadas, reformadas, ampliadas, reparadas e inspecionadas de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores e dos usuários, e serem supervisionadas por profissional autorizado, conforme dispõe esta NR.

- Nos trabalhos e nas atividades referidas devem ser adotadas medidas preventivas destinadas ao controle dos riscos adicionais, especialmente quanto a altura, confinamento, campos elétricos e magnéticos, explosividade, umidade, poeira, fauna e flora e outros agravantes, adotando-se a sinalização de segurança.

- Os equipamentos, dispositivos e ferramentas que possuam isolamento elétrico devem estar adequados às tensões envolvidas, e serem inspecionados e testados de acordo com as regulamentações existentes ou recomendações dos fabricantes.

- As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.

- Para atividades em instalações elétricas deve ser garantida ao trabalhador iluminação adequada e uma posição de trabalho segura, de acordo com a NR 17 - Ergonomia, de forma a permitir que ele disponha dos membros superiores livres para a realização das tarefas.

Na realização da construção, montagem, operação e manutenção de todos os componentes do projeto, foi visada a segurança do operador, como exemplo uma postura correta e o uso de maquinários e ferramentas de forma segura.

#### 4.2.3.5 Sinalização de segurança

- Nas instalações e serviços em eletricidade deve ser adotada sinalização adequada de segurança, destinada à advertência e à identificação, obedecendo ao disposto na NR-26 - Sinalização de Segurança, de forma a atender, dentre outras, as situações a seguir:

- a) identificação de circuitos elétricos;

- b) travamentos e bloqueios de dispositivos e sistemas de manobra e comandos;
- c) restrições e impedimentos de acesso;
- d) delimitações de áreas;
- e) sinalização de áreas de circulação, de vias públicas, de veículos e de movimentação de cargas;
- f) sinalização de impedimento de energização; e
- g) identificação de equipamento ou circuito impedido.

Em toda área do sistema elétrico e eletrônico do projeto foi feita a devida sinalização indicando o posicionamento correto de cabos e de circuitos.

#### 4.2.4 NR 12

- Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos devem ser vistoriados e limpos sempre que apresentarem riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias que os tornem escorregadios.
- As áreas de circulação e os espaços em torno de máquinas e equipamentos devem ser dimensionados de forma que o material, os trabalhadores e os transportadores mecanizados possam movimentar-se com segurança.
- As máquinas e os equipamentos de grandes dimensões devem ter escadas e passadiços que permitam acesso fácil e seguro aos locais em que seja necessária a execução de tarefas.
- Consolidando uma prática já incorporada à correta política de segurança no trabalho, a NR-12 enfatiza a organização do trabalho como o foco onde devam ser adotadas medidas de segurança, para em seguida serem adotadas medidas de proteção individual.

O local onde o AGV irá circular deveser livre de obstáculos e de sujeira, pois os mesmos poderão danificar o funcionamento do equipamento.

#### 4.2.5 NR 26

- Deverão ser adotadas cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho, a fim de indicar e advertir acerca dos riscos existentes. (126.001-4 / I2)

- A utilização de cores não dispensa o emprego de outras formas de prevenção de acidentes.

- O uso de cores deverá ser o mais reduzido possível, a fim de não ocasionar distração, confusão e fadiga ao trabalhador.

As cores aqui adotadas serão as seguintes:

Amarelo. (126.004-9 / I2)

O amarelo deverá ser empregado para indicar "Cuidado!", assinalando: pára-choques para veículos de transporte pesados, com listras pretas.

Azul (126.007-3 / I2)

O azul será utilizado para indicar advertência a serem localizadas nos pontos de comando, de partida, ou fontes de energia dos equipamentos.

Laranja. (126.009-0 / I2)

O laranja deverá ser empregado para identificar: faces internas de caixas protetoras de dispositivos elétricos;

O corpo das máquinas deverá ser pintado em branco, preto ou verde.

(126.015-4 / I2)

No projeto utilizou as seguintes cores: amarelo, laranja, azul e preto.

Amarelo: corpo externo da máquina.

Laranja: identificação da área do sistema elétrico.

Azul: identificação da área de fonte de energia do equipamento.

Preto: área destinada à carga.

Amarelo e preto: identificação do pára-choque.

## 5 CONCLUSÃO

O projeto de conclusão de curso é um trabalho comum entre as instituições de ensino técnico e tecnólogo. Devido o crescimento na área de tecnologia esses projetos estão cada vez mais exigentes.

O projeto do AGV comprova de forma simples e objetiva aplicar todos os conhecimentos adquiridos no decorrer do Curso Técnico em Mecatrônica Industrial, e aplicar os conhecimentos adquiridos de diversas fontes externas, como exemplo a utilização do micro controlador programável CLP arduíno.

Através da pesquisa das melhores alternativas, conseguimos descobrir e utilizar o Arduino, uma poderosa plataforma de desenvolvimento de hardware. Esta alternativa deu grande flexibilidade de ajuste, permitindo que alterações de programação pudessem refletir em diferentes comportamentos, que puderam ser testados e melhorados sem necessidade de alteração de hardware. A grande documentação disponível na internet e o fato de ser de aberto à comunidade favorecem a instrução necessária para o desenvolvimento com o Arduino.

Os drivers dos motores, baseados em transistores FET, tiveram que ser algumas vezes refeitos até atingirem o formato final, que apresentou confiabilidade satisfatória, custo reduzido e grande simplicidade.

A integração dos sistemas e o desenvolvimento paralelo foram grandes desafios enfrentados, superados somente pela paciência e perseverança, que mostraram que a idealização realizada no início do projeto pode ser convertida em um produto real, que funciona com confiabilidade.

## REFERÊNCIAS

Apostila Mecatrônica **Qualificação Profissional** São Paulo: 2006.

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas de Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços LTDA, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2005.

Avelar e Duarte, **Biblioteca digital**: bibliografia internacional anotada. Disponível em: <<http://www.avellareduarte.com.br/projeto/planejamento/planejamento/planejamento.htm>>

Acesso em: 15/08/2011

BARROS, M. V. C. **Sensor de Cor**. Disponível em: <[http://www.dee.ufrn.br/~luciano/arquivos/ins\\_ele/Apresenta%E7%F5es\\_2008\\_2/MARCUS%20VINICIUS/Sensor\\_de\\_cor.pdf](http://www.dee.ufrn.br/~luciano/arquivos/ins_ele/Apresenta%E7%F5es_2008_2/MARCUS%20VINICIUS/Sensor_de_cor.pdf)> (s/ano).

Acesso em 20/Ago/2011.

BAZZO & PEREIRA. **Introdução à engenharia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1996.

CAMPOS, V. F. **Qualidade Total. Padronização de Empresas**. Belo Horizonte: Fundação Chistiano Ottoni, 1992.

**Catálogo de Produtos e Sistemas Industriais, Prediais e Automação** – Por SIEMENS São Paulo. 2004.

CLEMES, J. G. **Método para funcionamento eficiente e eficaz de uma unidade judiciária**. V.1, Rio de Janeiro: brasport 2010.

**Como funcionam os rolamentos** – por Karim Nice. Disponível em <http://ciencia.hsw.uol.com.br/rolamentos3.htm>

Acesso em 18 de agosto de 2011.

**Controladores Lógicos Programáveis** – SRCIBD, Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/51329826/17/CONTROLADORES-LOGICOS-PROGRAMAVEIS>>

Acesso em 21/08/2011.

DAYCHOUM, M. **40 + 4 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento** 3.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

DAYCHOUM, M. **40 + 2 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. 2.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

**Definição de baterias** – Por Auto Som Disponível em: <http://autosom.net/artigos/baterias.htm>>

Acesso em 24/08/2011.

**Definição de escopo do projeto** – Por AVELAR e DUARTE, Disponível em: <http://www.avellareduarte.com.br/projeto/planejamento/planejamento/planejamento>.

htm>.

Acesso em: 17/08/2011.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FERNANDES, J. M. R. **PROPOSIÇÃO DE ABORDAGEM INTEGRADA DE MÉTODOS DA QUALIDADE BASEADA NO FMEA**. (Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Paraná, 2005).

FONTES, L.; LOPES, K. A. L. **Sensores Óticos**. Disponível em:  
<www.dee.ufrn.br> (s/ano).

Acesso em 20/Ago/2011.

**Guia EM da NBR 5410** – Por SOUZA, J. A.; MORENO, H. São Paulo, 2001.

Hewitt P. G. **física conceitual** 9º Ed. São Paulo: Brasport 2007.

LENZI, F. C.; KIESEL, M. D.; ZOCCO, F. D. **Ação Empreendedora: como desenvolver e administrar o seu negocio com excelência**. São Paulo : Gente, 2010. Disponível em < <http://www.google.com.br/search?tbm=bks&tbo=1&q=5w2h>>.  
Acesso em 19 ago. 2011.

LUCINDA, M. A. **Qualidade: fundamentos e práticas para cursos de graduação**  
Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

**Manual de engenharia industrial** – Por Hittig, A.; V.3. 1986.

MARTINS, J. C. C. **Gerenciando Projetos** 5.Ed. São Paulo: Brasport 2010.

- MELCONIAM, S. **Elementos de máquinas**. 6ed. São Paulo: Érica, 2005.
- MELCONIAM, S. **Mecânica técnica e resistência dos materiais**. 10ed. São Paulo: Érica, 1999.
- MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- NIEMAN, **Elementos de Máquinas** 1.V. – (tradutor Carlos Van Langendonk) São Paulo: Edgar blucher 2004.
- PALADY, P. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. Tradução Outras Palavras. São Paulo: IMAM, 1997.
- PARANHOS, M. **Gestão da Produção Industrial** Curitiba: Ibplex, 2007.
- PAZZINE, L. H. **Acionamentos Elétricos**. Faculdades Integradas São Paulo, 2002.  
Disponível em:  
<[http://www.engonline.fisp.br/3ano/acionamentos\\_eletricos/laboratorio1.pdf](http://www.engonline.fisp.br/3ano/acionamentos_eletricos/laboratorio1.pdf)>.  
Último acesso em 19/Ago/2011.
- PIEROT, G. **Sobre administração: o que é e como ele é utilizado**. Disponível em  
<<http://www.sobreadministracao.com/o-que-e-o-5W2H-e-como-ele-e-utilizado/>>.  
Acesso em 19 ago. 2011.
- PMBok. **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos** – 3.Ed. Newton Square: PMI, 2004.

POSSI, M. **Gerenciamento de Projetos Guia do Profissional: Abordagem Geral e Definição de Escopo** Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

QUIRÓS, B. **Calculo rápido** Barcelona: Labor 1969.

Reis, C. P. - Pontifica Universidade Católica. Pelotas, disponível no site:  
<<http://linuxabordo.com.br/download/artigos/EmbeddedSystemsApplications.pdf>>  
Acesso em 19/08/2011.

**Revista Mecatrônica Atual** ano 9, nº49 (2010).

**Sensores óticos e sua aplicação** – Por INSTRUTECH, Disponível em:  
<<http://www.instrutech.com.br/botoeiras>. Último acesso em 19/Ago/2011>.

SIEMENS **Automação de sensores** Disponível em:  
<<http://www.automatizesensores.com.br/ultrasonicos.html>> (s/ano).  
Acesso em 20/Ago/2011.

SCHOLTLES, P. R. **Times da Qualidade: Como usar equipes para melhorar a qualidade.** (Associação Alumini. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992).

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores industriais**, 3ª Ed., São Paulo: Érica, 2007.

**Universo da mecânica organização do trabalho normatização** – Por Telecurso 2000.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**. 4.Ed. - Rio de Janeiro: Brasport, 2002.

VERGUEIRO, W. **Qualidade em serviço de informação** São Paulo: Arte & Ciência, 2002.

#### APENDICE A – DEFINIÇÃO DE HABILIDADES

Habilidades	
Documentação	Carlos H. Santos Bruno J. B. Marques Diego A. Diniz João Paulo Feifer
Eletrônica Elétrica	Luiz G. de Lara Jr. Diego A. Diniz Flávio do Vale da Silva Carlos H. Santos Lenildo D. Brandão
Mecânica	João Paulo Feifer Thiago R. do Vale Bruno J. B. Marques Marcos L. Maciel Farid Zaidan
Desenho	Bruno J. B. Marques João Paulo Feifer Thiago R. do Vale

## APENDICE B – GERENCIAMENTO DO PROJETO

### Responsáveis pelas Áreas de Gerenciamento

Gerenciamento de integração	Thiago Ribeiro do Vale
Gerenciamento de Escopo	Luiz Gastão de Lara Jr. Farid Zaidan
Gerenciamento de Cronograma	Carlos Henrique dos Santos
Gerenciamento de Custos	Bruno J. B. Marques
Gerenciamento de Qualidade	Lenildo Dias Brandão
Gerenciamento de RH	Marcos Lopes Maciel
Gerenciamento de Comunicações	João Paulo Feifer
Gerenciamento de Aquisições	Diego Azevedo Diniz
Gerenciamento de Riscos	Flávio do Vale da Silva

### GERENCIAMENTO DE INTEGRAÇÃO

O gerente de integração do Projeto visa definir, combinar, unificar e coordenar as ideias e habilidades de cada integrante seguindo devidamente os métodos de integração necessários, como por exemplo, 5W2H, digamos de Gantt entre outros. A minha gerencia será responsável por padronizar as interfaces necessárias às demais gerencias definindo os pontos de contato entre elas, as pessoas e sua habilitações e criando entre essas gerencias uma especificação das necessidades de interação entre as mesmas.

Será responsável desde verificar a padronização utilizada na construção das diversas partes do protótipo bem como verificar se as pessoas que estão executando diferentes funções possuem ou necessitam de alguma informação.

Também será o meu gerenciamento que irá se responsável pelo o andamento do projeto como um todo e analisar o tempo de algum “gargalo” de atividades ou de falha presente que possa acarretar atrasos futuros.

É responsável por efetuar o controle integrado de mudanças. Uma mudança somente poderá ser aplicada após a revisão de todas as mudanças e aprovação, após a consulta às gerências pertinentes, quando então a mudança será aprovada e as informações distribuídas na equipe.

Para a realização das atividades descritas acima serão utilizadas as ferramentas descritas inicialmente, aplicadas devidamente ao cronograma inicial montado pela equipe e com os módulos de desenvolvimento em paralelo sendo monitorados para garantir tanto o andamento conjunto como a padronização para correta integração.

O controle serra feito de forma compreensiva, mas sempre buscando o melhor de cada integrante da equipe do projeto.

## GERENCIAMENTO DE ESCOPO

- PLANEJAMENTO DO ESCOPO - O escopo tem como objetivo construir um veiculo guiado automaticamente, verificar se todos os integrantes do grupo estão cumprindo com suas tarefas solicitadas da melhor maneira possível e dentro das datas previstas. Será necessário utilizar dispositivos e laboratórios do colégio Ensitec .O protótipo deve ser pequeno a ponto de poder ser transportado facilmente para diversos ambientes.

- DEFINIÇÃO DO ESCOPO - Analisamos detalhadamente como será inicializada as pesquisas do início do projeto(realizada na reunião do dia 30/07/2011)definimos as tarefas de cada integrante do grupo(gerenciamento do escopo Gastão e Farid, gerenciamento de qualidade Lenildo, gerenciamento de riscos Flavio e etc) também foram definidas as tarefas coletivas como o desenho das partes mecânicas, projeto dos circuitos eletrônicos, montagem mecânica do veículo, montagem dos circuitos de força (alimentação),montagem dos sistemas eletrônicos de direção e controle, programação de sistema micro-controlado e montagem de ambiente de testes.

- CONTROLE DO ESCOPO (MUDANÇAS) - Em caso de necessidade de mudança no escopo verificada por algum integrante da equipe o gerente fica responsável pela análise da possibilidade de efetivação da mesma junto aos membros envolvidos, que providenciara a análise técnica. Sendo viável e necessária a mudança, o gerente buscara a aprovação junto ao orientador.

Esta gerencia também fica responsável por garantir que o produto final entregue será exatamente o que foi solicitado. Em caso de observação de divergência entre os planejamentos executados e os que foram descritos e acertados, será feita uma reunião com a equipe para esclarecer o que ocorre, verificar se a mudança é mesmo necessária e criar um plano para efetuar os ajustes corretamente na mesma, em todas as áreas necessárias, juntamente ao gerente de integração.

## GERENCIAMENTO DE CRONOGRAMA

O principal objetivo dessa área é garantir que o projeto seja concluído dentro do prazo realizado. Como já se sabe o tempo não espera por ninguém, especialmente por aquele gerente que constrói cronogramas baseados em datas impossíveis.

O cronograma de projeto é sempre uma restrição, até mesmo quando a data de término não é crítica. Se um projeto atrasa, na maioria das vezes ele irá consumir um capital que não tinha previsto comprometendo também o seu custo.

A seguir algumas atividades para a realização desse gerenciamento:

- Como os prazos são gerenciados: Seguindo o 5W2H e o diagrama de gantt, sendo entregues nas reuniões semanais.
- Os critérios de avaliação se darão por meio de reuniões com os gerentes de qualidade e escopo, onde será debatido quem entregou o produto, se foi entregue no prazo de sete dias, e verificar se a qualidade corresponde às necessidades do projeto.
- Com que frequência os prazos serão reavaliados: Assim que o gerente de qualidade determinar, a gerencia de cronograma irá informar ao mesmo que terá 3 dias úteis para a entrega de um novo produto.
- Quais os procedimentos para a entrega de atividades sobre a documentação: As atividades serão entregues por meio de documentos formalizados no formato Word (Microsoft office), através de Pen Drive ou pelo e-mail pessoal: Carlos100\_henrique@hotmail.com.
- Caso não recebi uma atividade em no máximo 12 horas após a data da entrega, será informado o gerente de comunicações para o envio

de um e-mail e/ou uma sms lembrando que tem que ser entregue uma atividade.

- Para as atividades entregues será feito um controle através de planilhas em Excel, onde terá assinatura de quem realizou a atividade no prazo, o prazo da entrega e assinatura do gerente de cronograma.

## GERENCIAMENTO DE CUSTOS

Este gerenciamento se dará basicamente no acompanhamento, pesquisa e controle dos custos de todo o projeto. Esse processo será realizado em algumas etapas:

1º etapa: definir em documento Word, o que será realizado pelo gerente.

2ª etapa: previa cotação dos valores que poderão ser utilizados no projeto, tendo este como base para os gastos futuros.

3ª etapa: esquematizar uma planilha para acompanhamento, controle e verificação mensal dos valores a serem utilizados, esta contendo gráficos de porcentagem, o produto escolhido dentre 3 pesquisas feitas pelos integrantes e avaliação de valor adquirido ao valor gasto no decorrer do processo.

4ª etapa: acompanhar o cronograma semanalmente para realizar as atividades no tempo definido.

5ª etapa: após as pesquisas de valores, juntamente com o gerente de aquisição, analisar qual o melhor produto e fazer a compra do mesmo, sempre acompanhando o cronograma, 5W2H, WBS e diagrama de Gantt.

6ª etapa: também para a compra, verificar com o gerente de riscos e qualidade se a peça será adequada ao projeto, para que não haja danos físicos aos projetistas e futuramente a quem irá utilizar o projeto.

7ª etapa: feitas as verificações para compra e não possuir riscos, a compra será efetuada e arquivados os documentos da compra.

8ª etapa: passar para todos os integrantes os valores arrecadados e os utilizados, mostrando onde foi gasto e como foram distribuídos os valores dentro do projeto.

Seguindo estas etapas a verificação do andamento poderá ser realizada de maneira clara e simples para que todos os integrantes possam estar a parte do que acontece na parte financeira do projeto.

## GERENCIAMENTO DE QUALIDADE

A idéia desta atividade é verificar as atividades que são realizadas pelos integrantes desta equipe no tempo programando.

Com as atividades entregues, por exemplo, quem, quanto tempo se entregue no prazo determinado e se atividade foi concluída com sucesso ou se teve reprovação do processo.

Sendo assim com a aprovação da atividade entregue o projeto poderá seguir conforme o planejamento do projeto.

Se a atividade do integrante for reprovada, por exemplo, uma peça não comprada ou um desenho que não esteja no padrão no qual foi definido para atender a necessidade do projeto.

O gerente de qualidade vai comunicar o gerente de comunicação. A aprovação ou reprovação de uma atividade será definida pelo gerente de qualidade.

Implantar também um plano de melhoria contínua de forma será pedido a os integrantes que terão que entregar as atividades com um prazo antecedendo o prazo determinado para uma pré-avaliação assim poderá ser feita uma melhoria na mesma.

Claro visando que essas mudanças podem exigir ajustes nos custos, cronograma ou qualidade desejada para o projeto.

Com o escopo que é uma chave principal para a qualidade, pois ele deve mostrar as principais entregas do projeto. Ele terá que conter detalhe de problemas técnicos e outras questões que possam prejudicar esse planejamento de qualidade.

Visando o custo benefício o principal objetivo será atender todas as necessidades do projeto e com o menor número de falhas e custos desnecessários como o retrabalho de alguma atividade não aprovada. O planejamento de qualidade tende a eliminar as causas e resultados insatisfatórios que se deve ser realizado a o logo do projeto. O Projeto será desenvolvido pelas normas da ABNT. Realização de testes e funcionamento do projeto.

## GERENCIAMENTO DE RH

O Gerente de Recursos Humanos é responsável pela correta alocação dos integrantes durante o projeto, bem como verificar a presença dos mesmos através de uma lista que é preenchida a cada reunião. No caso de faltas durante essas reuniões semanais o integrante que reincidir duas vezes receberá uma advertência verbal, três vezes receberá uma advertência por escrita. Já em um caso mais extremo onde o integrante falte quatro vezes, o assunto é levado aos demais integrantes onde será discutido a possível desligamento do mesmo.

No caso de atrasos com tolerância de 15 minutos durante as reuniões ou até possíveis compromissos importantes relacionados ao projeto, o integrante será advertido verbalmente ao se atrasar por três vezes, ao se atrasar cinco vezes receberá uma advertência por escrito e também em caso extremo, se ele se atrasar sete vezes, será realizada uma reunião com os integrantes da equipe

para um possível desligamento do mesmo. Essas normas serão controladas através de uma ficha de horários.

A avaliação de desempenho e solução de problemas interpessoais serão resolvidos nas reuniões entre os integrantes bem como com o professor responsável. Será elaborado um documento de auto-avaliação para cada etapa do projeto. Avaliações contínuas de presença e produção serão registradas. Será efetuada ao final de cada etapa uma reunião para avaliação das atividades realizadas.

Caso detectado algum baixo desempenho ou problema interpessoal entre integrantes da equipe serão comunicado através, de uma conversa interpessoal a primeira ocorrência, se houver uma reincidência será comunicado através de uma advertência verbal, já a terceira ocorrência será feita uma reunião entre outras gerencias para um possível desligamento dos mesmos.

Em caso extremo de agressões físicas e furto, entre os integrantes da equipe, será investigado e se comprovado os envolvidos serão desligados do projeto.

Com base na documentação estabelecida do plano de projeto (5W2H), a equipe será alocada de acordo com suas habilidades. Para cada atividade semanal será feito um relatório do que é esperado e do que foi obtido. Caso algum integrante da equipe não apresente seu material completo na semana por razões não justificáveis, receberá uma advertência, bem como terá registro de sua negligência. Em caso de reincidência pela segunda vez haverá reunião com a equipe para eventual realocação de tarefa, caso seja este o problema, ou esclarecimentos. Na terceira reincidência de não entrega do material proposto, o desempenho será avaliado pela equipe que tomará a decisão da manutenção ou não do integrante.

Caso seja necessário algum treinamento ou formação específica durante a execução do projeto, a gerência responsável deverá solicitar o mesmo,

que será apresentado em reunião para o grupo para devida aprovação e agendamento, que deverá ser incluso no cronograma, ficando a cargo do Gerente de Cronograma verificar se há tempo hábil para tal.

## GERENCIAMENTO DE COMUNICAÇÕES

A coleta de informações será feita através de pesquisas, com o objetivo de entender e compreender todos os componentes definidos do escopo do projeto, assim podendo interagir com todas as áreas do conhecimento adquirido com uma base forte e um ganho considerado de conhecimento será feito uma análise para saber quais as ferramentas certas para a distribuição desse conteúdo no momento certo para as partes interessadas do grupo, assim todos estarão cientes do desenvolvimento que caminha o projeto.

Para a distribuição do material entre as partes interessadas, será feita uma coleta do mesmo através de dois meios de disponíveis, sendo o primeiro um grupo de e-mail, no qual todos os interessados estão cadastrados e cujas mensagens e arquivos são imediatamente distribuídos a todos e estarão armazenados para consulta posterior e acompanhamento do desenvolvimento do projeto.

Uma vez que nem todos os integrantes da equipe possuem acesso à internet diariamente, durante as reuniões realizadas estarão disponíveis todos os arquivos e pesquisas para cópias dos interessados, bem como meio eletrônico de armazenamento para entrega do material escrito.

Com isso cada novo resultado será reexaminado durante o percurso do projeto, e repassado para todas as partes interessadas do projeto.

Conforme cada fase é completada do projeto será observado se houve falhas ou lagunas não preenchidas, um estudo será feito mostrando os problemas

junto com as informações sobre o desempenho do trabalho para que certa mudança possam ser entregadas com seus problemas resolvidos.

## GERENCIAMENTO DE AQUISIÇÕES

Eu, DIEGO AZEVEDO DINIZ, na Gerência de Aquisição do projeto, dentro da equipe seguirei alguns padrões de aquisição e negociação de produtos e serviços a serem utilizados no processo de fabricação do veículo.

Após o planejamento do projeto com o correto dimensionamento e definição dos componentes/serviços a serem utilizados, bem como sua aprovação, mediante reunião, pelos integrantes da equipe, será realizado levantamento de três fornecedores, os quais possam oferecer o produto/serviço desejado, dentro das especificações definidas.

Estes orçamentos serão solicitados tão logo estejam disponíveis as informações técnicas dos materiais que deverão ser adquiridos. Juntamente com os orçamentos, será solicitada a especificação técnica detalhada, condições de pagamento e prazo de entrega.

De posse das informações, uma reunião entre o Gerente de Custos e os membros da equipe será realizada com o intuito de planejar o gasto de acordo com o cronograma, bem como o orçamento disponível/ planejado.

Caso o objeto de compra esteja dentro das especificações técnicas necessárias, e sendo aprovada a qualidade, preço, condições de pagamento e prazo de entrega, será realizada uma reunião com o grupo para, em caráter unânime, efetuar a compra. Se alguém não aprovar, deverá justificar a negação da compra e apresentar uma alternativa para a solução do problema.

Caso a compra de uma peça possa atrasar o cronograma e não haja tempo disponível para a reunião com o grupo, apenas a reunião entre Gerentes de Custos e Aquisição será suficiente para a compra, sendo emitida ao grupo um documento justificando a aquisição.

Cabe também a esta gerência a verificação dos prazos de entrega dos componentes, para que juntamente com as demais gerências, especialmente no que se relaciona às montagens eletromecânicas, se possa programar a efetiva montagem do produto dentro dos prazos especificados.

Vale destacar que todo o dia 20 (vinte) de cada mês, o Gerente de Aquisição fará o recolhimento de quantia monetária estipulada entre a equipe. Esse montante será depositado em conta poupança, a qual será organizada pela Gerência de Aquisição e a administração financeira ficará a cargo do Gerente de Custos. Assim, o Sr. Diego Azevedo Diniz, na função de Gerente de Aquisição desempenhará as atividades supracitadas com o apoio dos demais colaboradores do referido projeto, bem como colaborará com as outras gerências para o perfeito entrosamento e realização do projeto com sucesso, no prazo definido pelo cronograma e dentro dos custos estabelecidos.

## GERENCIAMENTO DE RISCOS

O Gerente de Riscos é responsável por identificar, analisar, responder e monitorar os riscos envolvidos. O objetivo é reduzir ou anular o impacto de um evento adverso no projeto.

Para isso, baseando a análise no documento 5S2H, serão indicadas as fases do programa aonde existem riscos envolvidos seja no tempo, no custo, no escopo definido ou na qualidade final do produto.

Para definir as áreas de riscos, todos os segmentos serão classificados em uma matriz de probabilidade, onde cada atividade será classificada como de risco

alto, moderado ou baixo, juntamente com uma observação sobre a área (financeira, técnica, cronograma) que pode ser prejudicada.

Para evitar que qualquer adversidade se manifeste, será feito um programa a partir da tabela citada anteriormente onde todos os riscos serão monitorados para verificar se nenhum apresentou aumento do grau de periculosidade ou redução.

Caso seja percebido algum erro ou imperfeição decorrente de tarefas realizadas de maneira incorreta, o gerente de riscos fica encarregado juntamente com o gerente de qualidade de assegurar que o mesmo não impactará no projeto. Caso se perceba um problema mais sério, uma reunião com o grupo definirá o caminho a seguir, sendo o pior caso o condicionamento da parte com problema.

Durante o andamento do projeto, o mapeamento será realimentado com as informações fornecidas pelos membros. Áreas com dificuldade terão seus fatores de risco aumentados, e áreas onde os problemas estiverem resolvidos terão os fatores reduzidos.

Assim sendo, a tabela de riscos se torna uma tabela dinâmica baseada nas necessidades da equipe e no conjunto de fatores da realidade que estão interferindo no projeto como: falta de pesquisa, planejamento, integração, padronização, etc.

**APENDICE C – CALENDÁRIO DE REUNIÕES**

<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>Local</b>
30/07/2011	13:00 – 17:00	Residência Gastão
06/08/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
13/08/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
20/08/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
27/08/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
03/09/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
10/09/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
17/09/2010	13:00 – 17:00	Ensitec
24/09/2010	13:00 – 17:00	Ensitec
01/10/2010	13:00 – 17:00	Ensitec
08/10/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
15/10/2011	13:00 – 17:00	Ensitec/ Oficina João
22/10/2011	13:00 – 17:00	Ensitec/ Oficina João
29/10/2011	13:00 – 17:00	Ensitec/ Oficina Thiago
05/11/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
12/11/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
19/11/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
16/11/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
03/12/2011	13:00 – 17:00	Ensitec
10/12/2010	13:00 – 17:00	Ensitec

**APENDICE D- 5W2H INDIVIDUAL**























## APENDICE E – PROGRAMA EM C PARA ARDUINO

```
//  
  
// DEFINICAO DAS CONSTANTES DO PROGRAMA  
  
//  
  
#define MODO_TESTE false  
  
#define MODO_PERDIDO 0  
  
#define MODO_ARRANCANDO 1  
  
#define MODO_ANDANDO 2  
  
#define MODO_PARADO 3  
  
#define MODO_COLISAO 4  
  
#define MODO_PAUSA 5  
  
#define MODO_INOPERANTE 6  
  
#define VOLUME_BEEP 100  
  
#define TENSAO_MINIMA_OPERACAO 11.3  
  
#define TENSAO_AVISO_BATERIA_BAIXA 11.8  
  
#define TENSAO_MAXIMA_LEITURA 14.0 // NAO MEXER!!! Calibra a tensao exibida no Display a partir do divisor de tensao  
  
#define TEMPO_BEEP_ON 100 // tempo do bip ligado em ms  
  
#define TEMPO_BEEP_OFF 9900 // tempo do bip desligado em ms  
  
#define TEMPO_BEEP_COLISAO_ON 200  
  
#define TEMPO_BEEP_COLISAO_OFF 300  
  
#define TEMPO_PAUSA 15000 // tempo de espera no ponto antes de partir se nao houver pressao no botao pause cont  
  
#define TEMPO_PAUSA_ATRASO 1000 // tempo de atraso da pausa para partida  
  
#define TEMPO_PISCA_PARADA_ON 200 // define o tempo em que o botao pausa ira piscar quando carrinho parado  
  
#define TEMPO_PISCA_PARADA_OFF 1000  
  
#define TEMPO_ATUALIZACAO_BATERIA 250 // tempo de atualizacao da leitura da tensao da bateria no display em ms  
  
#define PINO_HABILITADO 0 // pino 0 liga Giroflex e habilita rele dos motores  
  
#define PINO_SENSOR_COLISAO 1 // pino do sensor de colisao  
  
#define PINO_LED_PAUSA 2 // pino do led de pause continua  
  
#define PINO_BUZZER 3 // pino do buzzer piezoeletrico  
  
#define PINO_BOTAO_PAUSA 4 //pino do botao PAUSE/CONT  
  
#define PINO_PWM_E 5 // pino de saida PWM E  
  
#define PINO_PWM_D 6 // pino de saida PWM D
```

```

#define PINO_SENSOR_PARADA 7 // pino de entrada sensor de parada

#define PINO_AN_SENSOR_E 0 // pino analogico de entrada do sensor esquerdo

#define PINO_AN_SENSOR_C 1 // pino analogico de entrada do sensor central

#define PINO_AN_SENSOR_D 2 // pino analogico de entrada do sensor direito

#define PINO_AN_BAT_MON 3 // pino de monitoramento de tensao da bateria

#define PINO_AN_DIFERENCIAL 4 // potenciometro de ajuste diferencial

#define PINO_AN_GANHO 5 // potenciometro de ajuste de ganho de curva

#define GANHO .1 // ganho inicial de movimentacao (passo)

#define VEL_MAX_MOTOR_E 200 // vel maxima do PWM

#define VEL_MIN 0 // vel minima do PWM

// Inclui a biblioteca para utilização simples do Display LCD 16x2 HD44780 S conforme
// tutorial do próprio site do Arduino e inicializa o mesmo de acordo com a pinagem acima

// Mais informações: http://arduino.cc/en/Tutorial/LiquidCrystalDisplay

#include <LiquidCrystal.h> // utiliza Biblioteca de cristal liquido

LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13); // define os pinos de saída dos sinais que serão utilizados pelo LCD

//

// VARIÁVEIS DO PROGRAMA

//

float velocidadeAtual_E; // armazena a velocidade atual do motor E entre 0 e 255, valores enviados diretamente para o
PWM

float velocidadeAtual_D; // armazena a velocidade atual do motor D

float diferencial;

int velocidadeDesejada_E; // armazena a velocidade desejada do motor E

int velocidadeDesejada_D; // armazena a velocidade desejada do motor D

int tempoAtual; // variavel para armazenar o tempo atual lido pelo arduino

int tempoUltimaLeituraBateria; // grava o tempo de leitura da bateria, para evitar de medir novamente num prazo menor que o
definido

int tempoUltimoBeep; // grava o tempo em que foi iniciado o ultimo beep

float leituraBateria; // variavel para armazenar valor de leitura da bateria em %

int estado;

int tempoBeepOn = TEMPO_BEEP_ON;

int tempoBeepOff = TEMPO_BEEP_OFF;

void setup() {

//

```

```

// DEFININDO ENTRADAS, SAIDAS E PARAMETROS DO LCD

//

pinMode(PINO_HABILITADO,OUTPUT); // D0 - SAIDA - Giroflex (Sinalizador de movimento) e habilitacao do movimento
atraves do acionamento dos reles

pinMode(PINO_SENSOR_COLISAO,INPUT); // D1 - ENTRADA - Sensor de Colisão (PSD - Pressure Sensitive Device)

pinMode(PINO_LED_PAUSA,OUTPUT); // D2 - SAIDA - Para circuito acionador da luz do botão Pausa/Continua

pinMode(PINO_BUZZER,OUTPUT); // D3 - SAIDA PWM - Para circuito acionador do buzzer

pinMode(PINO_BOTAO_PAUSA,INPUT); // D4 - ENTRADA - Botão Pausa/Continua

pinMode(PINO_PWM_E,OUTPUT); // D5 - SAIDA PWM - Para driver do Motor Esquerdo

pinMode(PINO_PWM_D,OUTPUT); // D6 - SAIDA PWM - Para driver do Motor Direito

pinMode(PINO_SENSOR_PARADA,INPUT); // D7 - ENTRADA - Leitura de sensor ótico PARADA

pinMode(8,OUTPUT); // D8 - SAIDA - LCD RS

pinMode(9,OUTPUT); // D9 - SAIDA - LCD E

pinMode(10,OUTPUT); // D10 - SAIDA - LCD DB4

pinMode(11,OUTPUT); // D11 - SAIDA - LCD DB5

pinMode(12,OUTPUT); // D12 - SAIDA - LCD DB6

pinMode(13,OUTPUT); // D13 - SAIDA - LCD DB7

lcd.begin(16, 2); // diz que o LCD tem 16 colunas e 2 linhas

estado=MODO_PERDIDO;

}

void loop() {

if (MODO_TESTE){

leSensores();

beep();

atualizaMedidorBateria();

if (estado==MODO_PERDIDO) modo_perdido();

}

else{

atualizaMedidorBateria();

ajustaVelocidade();

leSensores();

beep();

if (estado==MODO_PERDIDO) modo_perdido();

if (estado==MODO_ARRANCANDO) modo_arrancando();

if (estado==MODO_ANDANDO) modo_andando();

}

}

```

```

    if (estado==MODO_PARADO) modo_parado();
    if (estado==MODO_COLISAO)modo_colisao();
    if (estado==MODO_PAUSA)modo_pausa();
    if (estado==MODO_INOPERANTE)modo_inoperante();
}
}

void modo_perdido(){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(estado);
    lcd.print("PERDIDO!   ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Posicione o AGV");
    while (estado==MODO_PERDIDO){
        le_sensore();
        delay(50);
    }
}

void modo_arrancando(){
}

void modo_colisao(){
    digitalWrite(PINO_HABILITADO,LOW);
    digitalWrite(PINO_PWM_E,LOW);
    digitalWrite(PINO_PWM_D,LOW);
    int tempo = millis();
    while(digitalRead(PINO_SENSOR_COLISAO)==HIGH){
        if (tempo < millis()+TEMPO_BEEP_COLISAO_ON){
            digitalWrite(PINO_BUZZER,HIGH);
        }
        else {
            if (tempo<millis()+TEMPO_BEEP_COLISAO_ON+TEMPO_BEEP_COLISAO_OFF) {
                digitalWrite(PINO_BUZZER,LOW);
            }
        }
    }
}

```

```

else {
    tempo=millis();
}
}
}
estado=MODO_PARADO;
}

void modo_inoperante(){
}

void modo_andando(){
}

//
// FUNCAO PAUSA
//

void modo_pausa(){
    // ajusta as velocidades desejadas dos motores para 0
    velocidadeDesejada_E=0;
    velocidadeDesejada_D=0;
    // se o carro estiver parado
    if (velocidadeAtual_E==0 && velocidadeAtual_D==0) {
        // entra no modo pausa
        digitalWrite(PINO_BUZZER,LOW);
        digitalWrite(PINO_HABILITADO,LOW);
        digitalWrite(PINO_LED_PAUSA,HIGH);
        int inicioPausa=millis();
        boolean em_pausa=true;
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("PRESSIONE PAUSA ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("EM ATE s ");
        while (em_pausa){
            // mostra contagem regressiva
            lcd.setCursor(7,1);
            lcd.print(TEMPO_PAUSA-(millis()-inicioPausa));

```

```

// caso leia o botao de pausa, para o mecanismo
if (digitalRead(PINO_BOTAO_PAUSA)==HIGH) {
  em_pausa=false;
  estado==MODO_PARADO;
} // end if (digitalRead(PINO_BOTAO_PAUSA)==HIGH)

// caso o tempo extrapole e o operador nao tenha pressionado o botao, prepara para partida
if ((inicioPausa+TEMPO_PAUSA)>millis()){
  digitalWrite(PINO_HABILITADO,HIGH);
  digitalWrite(PINO_LED_PAUSA,LOW);
  digitalWrite(PINO_BUZZER,HIGH);
}

// apos aguardar tempo de seguranca, parte
if ((inicioPausa+TEMPO_PAUSA+TEMPO_PAUSA_ATRASO)>millis()){
  digitalWrite(PINO_BUZZER,LOW);
  em_pausa=false;
  estado=MODO_ARRANCANDO;
} // end if ((inicioPausa+TEMPO_PAUSA)>millis())
} // end while (em_pausa)
} // end if (velocidade_Atual_E==0 && velocidade_Atual_D==0)
}

//
// FUNCAO DE PARADA ATUALIZADA EM 24 OUT 2011 - 20h
//
void modo_parado(){
  velocidadeDesejada_E=0;
  velocidadeDesejada_D=0;
  if (velocidadeAtual_E==0 && velocidadeAtual_D==0){
    digitalWrite(PINO_HABILITADO,false);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("PRESSIONE PAUSA ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("PARA CONTINUAR ");
    boolean parado=true;
    int tempo=millis();
    while (parado){

```

```

    if (tempo < (millis()+TEMPO_PISCA_PARADA_ON)) digitalWrite(PINO_LED_PAUSA,HIGH);

    else {
        if (tempo < (millis()+TEMPO_PISCA_PARADA_ON+TEMPO_PISCA_PARADA_OFF))
digitalWrite(PINO_LED_PAUSA,LOW);

        else tempo=millis();
    }

    if (digitalRead(PINO_BOTAO_PAUSA)==HIGH){
        parado=false;
        estado=MODO_ARRANCANDO;
    }
}

}

}

lcd.clear();
}

```

```

void ajustaVelocidade(){
    // diminui ou aumenta a velocidade de acordo com o ganho definido pelo potenciometro de ganho
    if (velocidadeAtual_E < velocidadeDesejada_E) velocidadeAtual_E=velocidadeAtual_E+GANHO;
    if (velocidadeAtual_E > velocidadeDesejada_E) velocidadeAtual_E=velocidadeAtual_E-GANHO;
    if (velocidadeAtual_D < velocidadeDesejada_D) velocidadeAtual_D=velocidadeAtual_D+GANHO;
    if (velocidadeAtual_D > velocidadeDesejada_D) velocidadeAtual_D=velocidadeAtual_D-GANHO;
    normalizaVelocidade();
}

```

```

void normalizaVelocidade(){
    if (velocidadeAtual_E>255) velocidadeAtual_E=255;
    if (velocidadeAtual_E<0) velocidadeAtual_E=0;
    if (velocidadeAtual_D>255) velocidadeAtual_D=255;
    if (velocidadeAtual_D<0) velocidadeAtual_D=0;
}

```

```

void modo_adiante(){
    digitalWrite(PINO_HABILITADO,HIGH);
    velocidadeDesejada_E = map(analogRead(PINO_AN_GANHO),0,1023,0,255);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(velocidadeAtual_E);
}

```

```

    analogWrite(PINO_PWM_E, velocidadeAtual_E);
}

void beep() {
    tempoAtual=millis()-tempoUltimoBeep;
    if (tempoAtual<tempoBeepOn) {
        analogWrite(PINO_BUZZER,VOLUME_BEEP);
    }
    else {
        if (tempoAtual<(tempoBeepOn+tempoBeepOff)){
            digitalWrite(PINO_BUZZER,LOW);
        }
        else{
            tempoUltimoBeep=millis();
        }
    }
}

//
// FUNCAO PARA LER O VALOR DOS SENSORES E ALTERAR OS DEVIDOS ESTADOS
//

void leSensores(){
    diferencial = 0.5+(0.001*analogRead(PINO_AN_DIFERENCIAL));
    lcd.setCursor(13,1);
    if (analogRead(PINO_AN_SENSOR_E)>600) {
        lcd.print("E");
        velocidadeDesejada_E = VEL_MIN;
        velocidadeDesejada_D = VEL_MAX_MOTOR_E*analogRead(PINO_AN_DIFERENCIAL);
    }
    else lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(14,1);
    if (analogRead(PINO_AN_SENSOR_C)>600) {
        lcd.print("C");
        velocidadeDesejada_E = VEL_MAX_MOTOR_E;
    }
}

```

```

    velocidadeDesejada_D = VEL_MAX_MOTOR_E*diferencial;
}
else lcd.print(" ");
lcd.setCursor(15,1);
if (analogRead(PINO_AN_SENSOR_D)>600) {
    lcd.print("D");
    velocidadeDesejada_E=VEL_MAX_MOTOR_E;
    velocidadeDesejada_D=VEL_MIN;
}
else lcd.print(" ");
lcd.setCursor(12,1);
if (digitalRead(PINO_SENSOR_PARADA)==HIGH) {
    lcd.print("S");
    estado = MODO_PAUSA;
}
else
    lcd.print(" ");
if (digitalRead(PINO_SENSOR_COLISAO)==HIGH) estado=MODO_COLISAO;
}

//
// MEDE BATERIA E ATUALIZA O VALOR NO DISPLAY. TAMBEM TOMA PROVIDENCIAS CASO NIVEIS ESTEJAM
// CRITICOS
//

void atualizaMedidorBateria(){
    tempoAtual = millis(); // atualiza a leitura do tempo atual

    if (tempoAtual-tempoUltimaLeituraBateria>TEMPO_ATUALIZACAO_BATERIA){ // caso já tenha se passado mais de um
segundo da leitura da bateria

        tempoUltimaLeituraBateria = tempoAtual;

        leituraBateria = (TENSAO_MAXIMA_LEITURA/1023)*analogRead(PINO_AN_BAT_MON);

        // apaga valores adicionais do display

        // mostra valor percentual de bateria

        if (leituraBateria >= TENSAO_MINIMA_OPERACAO){

            lcd.setCursor(0,1);

            lcd.print("BAT:");

            lcd.setCursor(4,1);

```

```
lcd.print(leituraBateria);

lcd.setCursor(9,1);

lcd.print("V ");

if (leituraBateria<10) { // corrige digito que nao eh apagado no display

  lcd.setCursor(8,1);

  lcd.print(" ");

}

if (leituraBateria<= TENSÃO_AVISÃO_BATERIA_BAIXA){

  tempoBeepOff = TEMPO_BEEP_OFF/2; // se a bateria ficar baixa, o beep fica duas vezes mais rápido

}

else {

  (tempoBeepOff = TEMPO_BEEP_OFF);

}

}

else {

  estado = MODO_INOPERANTE; // se a leitura da bateria estiver abaixo da tensão mínima de operação

}

}

}
```

## **APENDICE F – DESENHOS EM SOLID WORKS**



























Apêndice G – Custos do Projeto













