



Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA  
Projeto Integrador Engenharia 2

## **UMISS - Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro**

Autor: Grupo 01

Orientadores: Alex Reis, Luiz Laranjeira, Rhander Viana e  
Sebastièn Rondineau

Brasília, DF  
2017



Nome do Autor

## **UMISS - Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro**

Relatório técnico referente à disciplina de  
Projeto Integrador 2, reunindo os cursos de  
Engenharias presentes no Campus Gama. da  
Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Alex Reis, Luiz Laranjeira, Rhander Viana e Sebastien  
Rondineau

Brasília, DF

2017

---

Nome do Autor

UMISS - Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro/ Nome do Autor.  
– Brasília, DF, 2017-  
59 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Alex Reis, Luiz Laranjeira, Rhander Viana e Sébastien Rondineau

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília – UnB  
Faculdade UnB Gama – FGA , 2017.

1. cadeira de rodas. 2. monitoramento. I. Alex Reis, Luiz Laranjeira, Rhander Viana e Sébastien Rondineau. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. UMISS - Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro

CDU 02:141:005.6

---

## **UMISS - Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro**

Relatório técnico referente à disciplina de Projeto Integrador 2, reunindo os cursos de Engenharias presentes no Campus Gama. da Universidade de Brasília.

Brasília, DF  
2017

# Resumo

Pacientes com capacidade motora reduzida, em certo grau, necessitam de observação contínua a fim de evitar acidentes ou outros problemas. Além disso, em alguns casos, a presença de um cuidador é necessária para ajudar na movimentação da cadeira de rodas e na captura de sinais vitais. Tecnologias nesse campo não evoluem rápido o suficiente, não resolvem estes cenários ao mesmo tempo, e, mais ainda, são custosas. Neste trabalho nós apresentamos a UMISS, uma cadeira elétrica que extrai sinais vitais, notifica eventos críticos, e se move sem intervenção de terceiros. Com a UMISS nós esperamos criar uma solução de baixo custo, que permita ao paciente cuidar de si mesmo de maneira segura.

**Palavras-chaves:** cadeira de rodas. acessível. monitoramento. sensores.

# Abstract

Handicapped people, in a certain degree, needs continuous monitoring in order to prevent accidents or other issues. Besides that, in some cases, the presence of a carer is needed to help with the wheelchair, and to track vital signals. Technologies in this field are not evolving fast enough, does not solve these scenarios at the same time, and, even more, are costly. In this work we present UMISS, an electric wheelchair that tracks vital signals, notifies critical events, and moves without third party intervention. With UMISS we expect to create a low cost solution, that allows the patient to securely take care of himself.

**Key-words:** wheelchair. accessible. monitoring. sensors

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Diagrama de causa e efeito ( <i>fishbone</i> ) para mapeamento do problema. .	14
Figura 2 – Sistema de adaptação <i>Light Drive</i> . . . . .	15
Figura 3 – Estrutura Analítica de Projeto . . . . .	21
Figura 4 – Estrutura de alocação de recursos humanos. . . . .	23
Figura 5 – Fluxo 1 - Criação do conteúdo. . . . .	25
Figura 6 – Fluxo típico do subsistema de Monitoramento e Controle . . . . .	36
Figura 7 – Microcomputador Raspberry Pi 3 Modelo B. . . . .	38
Figura 8 – Conversor analógico-digital ADS1115. . . . .	38
Figura 9 – Sensores e eletrodos para captura de sinais. . . . .	40
Figura 10 – Exemplo de um estator e um rotor (BIM, 2012) . . . . .	41
Figura 11 – Curvas de motor GPB F006 KM0 611 (Bosch) . . . . .	43
Figura 12 – Fluxo típico do sistema de controle e movimentação dos motores. . . .	45
Figura 13 – <i>Joystick</i> de três eixos para controle de velocidade e direção da cadeira. .	46
Figura 14 – Arduino UNO com processador ATmega 328. . . . .	47
Figura 15 – Esquemático de sistema de Ponte H. . . . .	48
Figura 16 – Fluxogramas com tomadas de decisão. . . . .	49
Figura 17 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 1. Fonte: autores. . .	53
Figura 18 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 2. Fonte: autores. . .	54
Figura 19 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 3. Fonte: autores. . .	55

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Equipe de Gerentes . . . . .	19
Tabela 2 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema PSM. . . . .	24
Tabela 3 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema PE. . . . .	24
Tabela 4 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema CeA. . . . .	25
Tabela 5 – Probabilidade/Impacto dos riscos . . . . .	30
Tabela 6 – Riscos - Subsistema Projeto Estrutural . . . . .	30
Tabela 7 – Riscos - Subsistema Processamento de Sinais e Monitoramento . . . . .	31
Tabela 8 – Probabilidade/Impacto dos riscos de Controle e Alimentação . . . . .	31
Tabela 9 – Probabilidade/Impacto dos riscos de cada subárea . . . . .	31
Tabela 10 – Soluções dos riscos da área de Projeto Estrutural . . . . .	31
Tabela 11 – Soluções dos riscos da área de Processamento de Sinais e Monitoramento . . . . .	32
Tabela 12 – Soluções dos riscos da área de Controle e Alimentação . . . . .	32
Tabela 13 – Aquisições do Projeto UMISS . . . . .	34
Tabela 14 – Dados motor GPB F006 KM0 611 (Bosch) . . . . .	43



# Lista de abreviaturas e siglas

PSM	Processamento de Sinais e Monitoramento
CeA	Controle e Alimentação
PE	Projeto Estrutural
PC1	Ponto de controle 1

# Lista de símbolos

$\Gamma$	Letra grega Gama
$\Lambda$	Lambda
$\zeta$	Letra grega minúscula zeta
$\in$	Pertence

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>O Problema</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Estado da Arte</b>	<b>14</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>15</b>
1.3.1	Geral	15
1.3.2	Específicos	15
<b>1.4</b>	<b>Escopo</b>	<b>16</b>
<b>1.5</b>	<b>Termo de Abertura do Projeto</b>	<b>16</b>
1.5.1	Descrição do Projeto	16
1.5.2	Propósito e justificativa do Projeto	17
1.5.3	Restrições do Projeto	17
1.5.4	Riscos do Projeto	17
1.5.5	Custos do Projeto	18
1.5.6	Stakeholders	19
1.5.6.1	Cliente	19
1.5.6.2	Equipe de Gerência	19
1.5.6.3	Equipe de Desenvolvimento	19
1.5.6.4	Docentes	20
1.5.7	Produto do Projeto	20
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>21</b>
<b>2.1</b>	<b>Estrutura Analítica do Projeto (EAP)</b>	<b>21</b>
<b>2.2</b>	<b>Comunicação</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>Tempo</b>	<b>22</b>
2.3.1	Cronograma	22
<b>2.4</b>	<b>Recursos Humanos</b>	<b>22</b>
2.4.1	Gerenciamento	22
2.4.2	Subsistemas	23
2.4.3	Tarefas	23
<b>2.5</b>	<b>Desenvolvimento do Relatório</b>	<b>24</b>
2.5.1	Fluxo 1 - Criação do conteúdo	25
2.5.2	Fluxo 2 - Implantação no Relatório	26
<b>3</b>	<b>REQUISITOS</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Requisitos Gerais</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Processamento de Sinais e Monitoramento</b>	<b>27</b>

3.3	Controle e Alimentação . . . . .	28
3.4	Projeto Estrutural . . . . .	28
4	RISCOS . . . . .	30
5	CUSTOS . . . . .	33
5.1	Custos desprezados . . . . .	33
5.2	Custos esperados . . . . .	33
5.3	Plano de Aquisições e Controle de Custos . . . . .	33
6	VISÃO GERAL . . . . .	35
6.1	Subsistema - Processamento de Sinais e Monitoramento . . . . .	35
6.1.1	Módulo Eletrônico . . . . .	35
6.1.2	Módulo Servidor Remoto . . . . .	35
6.1.3	Módulo aplicativo . . . . .	36
6.1.4	Integração entre os módulos . . . . .	36
6.1.5	Tecnologias Utilizadas . . . . .	37
6.1.5.1	Servidor Django . . . . .	37
6.1.5.2	Sistema Embarcado . . . . .	37
6.1.5.3	Conversor AD . . . . .	38
6.1.5.4	Amplificadores de Instrumentação e Operacionais . . . . .	39
6.1.5.5	Aquisição de Sinais . . . . .	39
6.2	Subsistema - Controle e Alimentação . . . . .	40
6.2.1	Dimensionamento de Motores e Sistema Energético . . . . .	40
6.2.1.1	Dimensionamento do Sistema Eletromecânico . . . . .	41
6.2.1.2	Especificações do Motor . . . . .	43
6.2.1.3	Dimensionamento da Bateria . . . . .	44
6.2.2	Sistema de Controle de Movimento . . . . .	45
6.3	Subsistema - Projeto Estrutural . . . . .	48
	REFERÊNCIAS . . . . .	51
	APÊNDICES . . . . .	52
	APÊNDICE A – CRONOGRAMA . . . . .	53
	APÊNDICE B – SEGUNDO APÊNDICE . . . . .	56

<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>
<b>ANEXO A – PRIMEIRO ANEXO . . . . .</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO B – SEGUNDO ANEXO . . . . .</b>	<b>59</b>

# 1 Introdução

O mundo está envelhecendo de forma cada vez mais rápida. De acordo com as estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), há uma tendência não só ao crescimento populacional em geral, mas um crescimento da população acima de 60 anos, que deve triplicar nos próximos 40 anos. Com o aumento da população idosa há também o aumento de pessoas com mobilidade reduzida, e assim, cada vez mais torna-se necessário o uso de sistemas que auxiliem na movimentação e também no monitoramento das atividades destes.

Segundo levantamento em relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS), anualmente, cerca de 500 mil pessoas no mundo ficam incapacitadas devido a lesões medulares. Com esses altos índices, existe outro fator de aumento nos índices de pessoas com mobilidade reduzida, e com isso, a necessidade de alternativas que melhorem cada vez mais a qualidade de vida e aumentem a independência destes pacientes.

Apesar da existência de diversos modelos de cadeiras de rodas motorizadas, o alto custo de sua grande maioria torna a aquisição inviável para pessoas de baixa renda. Com preços oscilando até cerca de R\$ 20.000,00, grande parte da população de usuários continua a optar por modelos mais simples e sem motorização, aumentando a dependência do usuário de um cuidador presente a todos os momentos.

## 1.1 O Problema

O desenvolvimento da opção mais básica de mobilidade para portadores de mobilidade reduzida, a cadeira de rodas, vem tornando-se cada vez mais estagnada. Mesmo com a adaptação do modelo clássico para modelos motorizados, não há, fora isso, muitas outras opções de mercado a fim de valorizar o conforto e facilitar a vida do usuário e seus familiares. Atualmente, a oferta de cadeira de rodas motorizadas com tecnologias semelhantes torna-se cada vez mais comum em um cenário onde um alto número de pessoas continua a optar por modelos clássicos devido aos altos custos dos modelos presentes no mercado internacional. A falta de opções com novas funcionalidades no mercado e o alto custo das soluções já existentes tornam o acesso a essas novidades cada vez mais restrito.

Além disso, a ausência de um familiar ou cuidador em certos momentos do dia

dificulta o monitoramento de atividades motoras ou necessidades do usuário. Com isso em foco, o monitoramento remoto contínuo do usuário poderia aumentar ainda mais sua liberdade em um ambiente doméstico e, ainda assim, manter familiares e cuidadores atentos a sinais e alertas e evitando possíveis acidentes e situações fora do cotidiano.

O problema, juntamente às suas causas, são representados em um diagrama de Causa e Efeito, ou fishbone, conforme Figura 1.1.

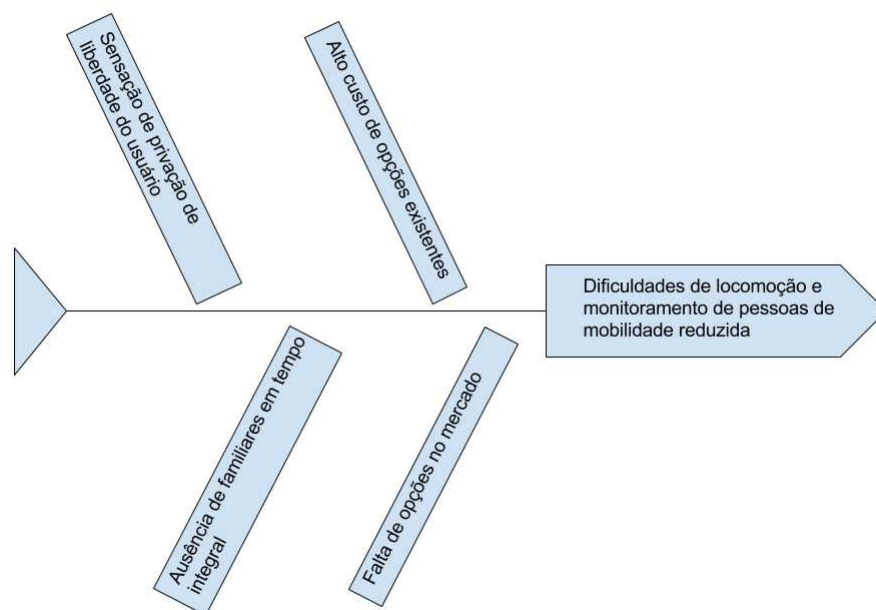


Figura 1 – Diagrama de causa e efeito (*fishbone*) para mapeamento do problema.

## 1.2 Estado da Arte

Dentre as opções para cadeiras de rodas motorizadas acessíveis existentes no mercado, é comum deparar-se com alternativas para adaptação de cadeiras convencionais, como por exemplo o sistema *Light Drive* produzido pela empresa britânica, com sede em Bristol, *Benoit Solutions*. Este sistema consiste em um *kit* contendo um baterias, dois motores, uma roda traseira para prevenção de possíveis acidentes e quedas, e um sistema de controle do tipo *joystick* para controle de velocidade e direção da cadeira de rodas.

Na Figura 1.2 é possível visualizar os componentes do sistema e o sistema inserido em uma cadeira de rodas convencional.

O sistema utiliza dois motores de 12V e 100W de potência para a movimentação



Figura 2 – Sistema de adaptação *Light Drive*.

de cadeiras de rodas convencionais, que geralmente possuem pesos de cerca de 16Kg e possui um sistema de baterias que pode ser escolhido pelo usuário entre modelos de Níquel Metal Hidreto (NiMH) ou Chumbo-Ácido, ambas com capacidades de 10Ah e controle de movimentação e velocidade via *joystick* localizado no suporte para braços da cadeira de rodas.

No que tange soluções para cadeiras de rodas convencionais ou motorizadas com sistemas de monitoramento, não há alternativas presentes no mercado atual, tornando o projeto UMISS um novo produto a ser inserido no contexto de sistemas de monitoramento e locomoção, definindo o mesmo como estado da arte.

## 1.3 Objetivos

Esta seção possui as especificações dos objetivos do projeto a ser desenvolvido.

### 1.3.1 Geral

O projeto possui como objetivo a construção de uma cadeira de rodas motorizada capaz de oferecer capacidade de locomoção para pessoas com mobilidade reduzida e, que possa realizar a aquisição e processamento de sinais vitais do usuário para fins de alerta e notificação remota de terceiros.

### 1.3.2 Específicos

- Adaptar a estrutura de uma cadeira de rodas;
- Identificar e selecionar melhor técnica para aquisição e condicionamento de sinais provenientes do usuário;



- Desenvolver sistema embarcado capaz de processar e transmitir dados capturados;
- Desenvolver plataforma para apresentação de dados;
- Desenvolver um sistema de alerta para eventos críticos;
- Dimensionar e desenvolver sistemas de movimentação e controle da cadeira de rodas;
- Dimensionar sistema de alimentação;

## 1.4 Escopo

A solução será uma cadeira de rodas motorizada adaptada para atender pessoas com mobilidade reduzida; o projeto ainda deverá monitorar os sinais vitais do paciente, e ser capaz de alertar familiares e responsáveis em situações de risco. O escopo será detalhado no capítulo 4.

## 1.5 Termo de Abertura do Projeto

Este sub capítulo tem como objetivo a formalização do projeto Unidade Móvel de Identificação de Saúde e Socorro (UMISS). As informações contidas nos tópicos a seguir foram produzidos a fim de mostrar um resumo dos objetivos, riscos, limites e recursos, bem como mostrar o estudo de viabilidade do projeto. Tendo em vista as limitações de prazo, orçamento e infraestrutura dos participantes do projeto.

### 1.5.1 Descrição do Projeto

Para ter uma visão clara do projeto, foi usado o mapeamento de atividade no modelo 5W2H, que está descrito a seguir:

- **What:** Sistema integrado com subsistemas de movimentação, monitoramento e estrutura. Desenvolvendo uma cadeira com possibilidade de movimentação e captação dos sinais enviados pelo paciente. E monitoramento através de um aplicativo mobile e de uma plataforma web.
- **Why:** Movimentar um indivíduo com mobilidade reduzida e enviar respostas recolhidas dos sensores para aplicativos e plataformas web dos seus respectivos cuidadores.
- **Where:** Em qualquer ambiente que tenha acesso a uma rede wifi.
- **When:** Durante o primeiro semestre de 2017.
- **Who:** Alunos dos cursos de Engenharias do Campus UnB Gama, que cursam a disciplina Projeto Integrador 2.

- **How:** Utilizando a orientação dos professores da Universidade de Brasília.
- **How Much:** Cerca de R\$ 3.000,00, quanto a equipamento, por cadeira.

### 1.5.2 Propósito e justificativa do Projeto

O projeto tem como objetivo oferecer à familiares de pacientes com mobilidade reduzida uma cadeira de rodas motorizada, com fácil dirigibilidade e que tenha monitoramento sobre os sinais vitais do paciente, a fim de avaliar suas condições de saúde e julgar se seu estado pode ser considerado normal. Neste caso, os cuidadores, que poderiam ser parentes, amigos próximos e médicos ou enfermeiros contratados, seriam notificados do seu estado através de um site e um aplicativo. Todas essas respostas devem respeitar um tempo máximo para o seu recebimento, tal como será definido a seguir nas especificações do produto.

O desenvolvimento do produto se justifica uma vez que as cadeiras motorizadas são muito caras no mercado atual, além de que não existe nenhuma que possua um sistema de monitoramento da saúde do paciente, dificultando, então, seu resgate caso alguma emergência se faça presente. O que facilita em termos de preocupação e tempo a vida dos cuidadores, uma vez que não será mais necessária a presença contínua ao lado do paciente, já que a cadeira fará esse papel.

### 1.5.3 Restrições do Projeto

As restrições do projeto UMISS são as descritas a seguir:

- Limite de integrantes de acordo com os percentuais de inscritos na disciplina no semestre do trabalho;
- Limitação de custos do projeto, calibrado pelo montante que o grupo estará disposta a colaborar;
- O projeto está restrito ao tempo da disciplina de Projeto Integrador 2 (06/03/2017 - 29/06/2017).
- Estar de acordo com as exigências do cliente, composto pelos Docentes da Universidade de Brasília da Unidade Gama.

### 1.5.4 Riscos do Projeto

Os principais riscos presentes na execução do Projeto UMISS, bem como suas medidas preventivas, estão explicitadas a seguir:

- Falta de experiência dos membros dos projetos nos deveres de cada subárea  
Plano de ação: Cada subárea irá mapear e corrigir possíveis lacunas de conhecimento para a realização das tarefas
- Membro da equipe trancar ou abandonar a disciplina.  
Plano de ação: Distribuir as tarefas entre os integrantes remanescentes de forma que não sobrecarregue nenhum dos membros da equipe.
- Falta de horário comum entre os membros  
Plano de ação: Combinar encontros online e presenciais por meio das mídias de comunicação em horário não comercial.
- Falta de experiência em gerência de projeto  
Plano de ação: Obter *feedback* dos membros sobre a atuação e gerar planos de ação para melhorar cada ponto levantado.
- Possível descompromisso de membros da equipe  
Plano de ação: Realizar reuniões com o membro oferecendo suporte nas dificuldades levantadas
- Não cumprimento do cronograma sugerido  
Plano de ação: Ajuste das datas de cronograma de forma a acelerar prazos atrasados
- Alteração de requisitos de projeto  
Plano de ação: Repensar o escopo do projeto afim de adaptá-lo aos novos requisitos
- Queima ou danos em componentes do projeto  
Plano de ação: Compra de novos componentes ou condicionamento de itens danificados
- Atraso na entrega de pedidos para o projeto  
Plano de ação: Procurar fornecedores locais para os componentes ou contratar frete expresso para entrega.

### 1.5.5 Custos do Projeto

De acordo com o orçamento da UnB<sup>1</sup> o custo médio por aluno anual é de R\$12.100,00.

Considerando que o curso de Engenharia, no qual os alunos das disciplinas estão matriculados, exige em torno de 240 créditos para um aluno se formar em 5 anos(10

<sup>1</sup> <[http://www.dpo.unb.br/documentos/Relatorio\\_Gestao\\_2015.pdf](http://www.dpo.unb.br/documentos/Relatorio_Gestao_2015.pdf)>

Tabela 1 – Equipe de Gerentes

Posição	Indivíduo
Gerente geral	Afonso Delgado
Gerente de qualidade	Dylan Guedes
Gerente de produto	Rafael Amado

semestres) e que cada crédito corresponde à 15 horas/aula. Sendo assim o custo de formar um aluno na UnB é de 5 vezes o custo anual(R\$12.100,00), ou seja, R\$60.500,00.

Diante disso, é possível concluir que se multiplicarmos 240(créditos) por 15(horas/aula) obtemos o valor total de horas para se formar um aluno da UnB, sendo esse valor total de 3.600 horas. Se dividirmos o custo total de formação(R\$60.500,00) pelo total de horas(3.600) teremos o custo da hora de um aluno da UnB, sendo esse valor R\$16,80 (reais/hora).

O projeto ocorrerá em um período de 15 semanas durante um semestre com data final a apresentação do segundo ponto de controle 2 Release, projeto que no qual cada estudante irá dedicar 10 horas por semana a disciplina, ou seja, haverá um esforço de 150 horas para a disciplina durante o semestre.

Deste modo cada aluno irá custar R\$2.520 ao projeto, visto que R\$2.520,00 é o resultado da multiplicação de 150 (horas) e de R\$16,80 (reais/hora).

Sendo que a equipe é composta por 13 integrantes(Equipe),estudantes de Engenharia de Software. Sendo assim se multiplicarmos os 10 integrantes pelo custo de cada integrante, teremos o custo total do projeto, que é de R\$32.760,00.

## 1.5.6 Stakeholders

### 1.5.6.1 Cliente

Hospitais e clinicas que lidam com pessoas de mobilidade reduzida. Usuários e financiadores do usuário.

### 1.5.6.2 Equipe de Gerência

Membros do projeto que tem a responsabilidade de planejamento, monitoramento e controle do projeto, garantindo a excelência e o sucesso do produto. Além disso tem a responsabilidade de tomar decisões fundamentais dentro do projeto, sendo eles:

### 1.5.6.3 Equipe de Desenvolvimento

Membros do projeto que tem a responsabilidade de construir o produto e a documentação necessária para a finalização do produto. Sendo eles: Mariana Andrade, Lunara

Alves, César Antônio, Johnson Andrade, Felipe Costa, Lucas Matheus, Gustavo Cavalcante, Wilton da Silva, Tiago Ribeiro e Nivaldo Lopo.

#### 1.5.6.4 Docentes

Professores da matéria Projeto Integrador 2 do primeiro semestre de 2017, que tem como responsabilidade avaliar o andamento e finalização do projeto e seu produto final. Sendo eles: Alex Reis, Sebastien Rondineau, Rhander Viana e Luiz Laranjeira.

#### 1.5.7 Produto do Projeto

As entregas do produto serão feitas em três partes, divididas em pontos de controle

**Ponto de controle 01:** Definição do escopo e projeto, bem como o alinhamento. Concepção e detalhamento da solução.

**Ponto de controle 02:** Projeto e desenvolvimento de subsistemas.

**Ponto de controle 03:** Integração de subsistemas e finalização do produto.

## 2 Metodologia

No desenvolvimento de um projeto, o planejamento do método a ser utilizado é essencial para a boa qualidade da execução. No projeto UMISS, o método utilizado em diferentes áreas do conhecimento foi planejada e pensada; este capítulo levantará os métodos e definições utilizadas pelo grupo.

### 2.1 Estrutura Analítica do Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) é a decomposição hierárquica do escopo total do trabalho a ser executado pela equipe do projeto a fim de alcançar os objetivos do projeto e criar as entregas exigidas. Cada nível descendente da EAP representa uma definição cada vez mais detalhada do trabalho do projeto. (INSTITUTE, 2013).

A partir dessa definição foi criada uma EAP, representada na figura 3 para o presente projeto, realizando a divisão das entregas de acordo com o exigido nos pontos de controle da disciplina Projeto Integrador 2.

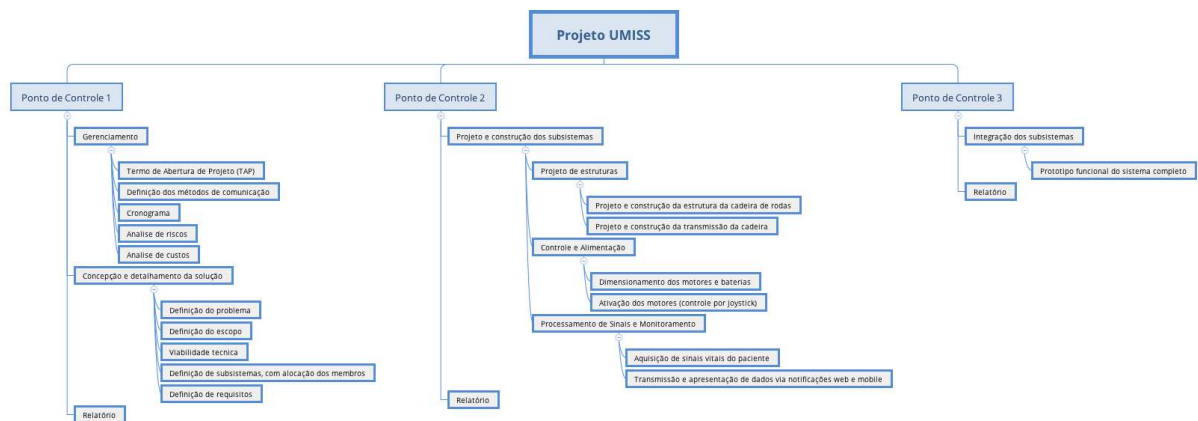


Figura 3 – Estrutura Analítica de Projeto

### 2.2 Comunicação

Explicar o método que o time utilizou para se comunicar - ferramentas, reuniões, etc.

## 2.3 Tempo

Para gerenciar o tempo no projeto, foi utilizado como base os processos de gerenciamento de tempo do (PMBOK, 2012).

A partir do escopo do projeto, foi feito o cronograma inicial utilizando o software *Ganttter* armazenado no *Google Drive* para que todos os membros do projeto possam acessá-lo e assim fazer o controle do cronograma.

### 2.3.1 Cronograma

O cronograma encontra-se no Apêndice A.

## 2.4 Recursos Humanos

O projeto foi dividido em três subsistemas, que são: Processamento de Sinais e Monitoramento, Projeto Estrutural e Controle e Alimentação. Dentro dos subsistemas a equipe técnica foi dividida de acordo com a demanda de cada área e levando em conta o conhecimento prévio de cada integrante, bem como o seu interesse de atuação. Os subsistemas serão gerenciados por um Gerente Geral, um Gerente de Qualidade e um Gerente de Produto. Abaixo tem-se uma breve descrição do setor de gerenciamento e dos subsistemas, e também os integrantes que compõem cada área. É válido ressaltar que a distribuição e responsabilidades de cada equipe poderão sofrer mudanças no decorrer do projeto para melhor atender as necessidades de cada área e consequentemente obter um melhor desempenho dos integrantes e o êxito do projeto.

### 2.4.1 Gerenciamento

**Gerente Geral:** responsável pelo planejamento, pela organização e pelo controle das atividades desempenhadas pelos integrantes de cada equipe, bem como pela assessoria a cada subsistema e atualização de informações pertinentes ao projeto como um todo.

Responsável: Afonso Delgado

**Gerente de Qualidade:** responsável por fiscalizar a qualidade do que está sendo produzido fazendo uma análise crítica da produção, de maneira a obter uma maior confiabilidade, produtividade, redução de custos e otimização dos processos realizados por cada equipe.

Responsável: Dylan Guedes

**Gerente de Produto:** responsável por prestar suporte a todos os subsistemas, visando aperfeiçoar a capacidade de produção dos integrantes do projeto, focando na qualidade da entrega final, impedindo, assim, que fatores alheios atrapalhem a experiência

do cliente com o produto final.

Responsável: Rafael Amado

### 2.4.2 Subsistemas

**Processamento de Sinais e Monitoramento:** responsável pela aquisição de sinais vitais do paciente, tratamento de sinais, amplificação e conversão, transmissão e apresentação de dados via notificações web e mobile.

Responsáveis: Dylan Guedes, Wilton Rodrigues, Tiago Assunção, Gustavo Cavalcante e Afonso Delgado.

**Projeto Estrutural:** responsável pelo projeto estrutural da cadeira, testes do sistema estrutural, simulações e construção da cadeira.

Responsáveis: Nivaldo Lopo, Rafael Amado, Lucas Oliveira.

**Controle e Alimentação:** responsável por dimensionamento dos motores utilizados, baterias e sistemas de movimentação e ativação dos motores (controle por joystick e driver para motores).

Responsáveis: Lunara Martins, Mariana Andrade, Cesar Marques, Johnson Andrade e Felipe Costa.

Na Figura 4 é apresentada a estrutura de alocação de recursos humanos da equipe.



Figura 4 – Estrutura de alocação de recursos humanos.

### 2.4.3 Tarefas

Nesta seção visa detalhar o que foi feito por cada um dos membros do projeto no PC1.



Tabela 2 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema PSM.

Membro	Atividade	Data
Gustavo	Criar o cronograma	24/03
	Elicitação de requisitos	25/03
	Definição da arquitetura PSM	25/03
	Finalizar seção do tempo	28/03
	Subseção de tarefas	31/03
Wilton	Levantamento de requisitos	25/03
	Definição da arquitetura PSM	25/03
Dylan Guedes	Definição da arquitetura do PSM	29/03
	Revisão do Relatório	31/03
Tiago	Definição da arquitetura geral	25/03
	Revisão da metodologia	26/03
	Construção do TAP	27/03
Afonso	Definição arquitetura de PSM	26/03
	Escrita de capítulo de introdução e problemática	27/03
	Definição dos meios de comunicação	27/03
	Definição de requisitos do projeto	26/03

Tabela 3 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema PE.

Membro	Atividade	Data
Lucas	Definição da arquitetura PE	25/03
	Revisar metodologia	26/03
	Revisar recursos humanos	27/03
Rafael Amado	Levantamento de requisitos	26/03
	Elaboração do TAP	26/03
	Mapeamento de peças estruturais	26/03
	Levantamento de riscos	26/03
Nivaldo Lopo	Busca de possíveis materiais no galpão	27/03
	Revisão dos níveis dos riscos da estrutura	27/03
	Elaboração do EAP	27/03

## 2.5 Desenvolvimento do Relatório

A confecção do relatório será dividida em dois fluxos - um geral, onde o conteúdo será escrito e revisado, e a implantação no relatório, onde um membro que domine  $\text{\LaTeX}$  e Git<sup>1</sup> transcreverá o conteúdo para o relatório final.

<sup>1</sup> <<https://git-scm.com/>>

Tabela 4 – Tarefas realizadas durante o PC1 pelo subsistema CeA.

Membro	Atividade	Data
Cesar Júnior	Elaboração texto arquitetura	27/03
	Definição dos requisitos de projeto	28/03
Lunara Martins	Pesquisas sobre alimentação da cadeira	23/03
	Elaboração dos riscos do projeto	27/03
	Revisão de requisitos de CeA	28/03
	Revisão do dimensionamento do motor	29/03
Felipe Costa	Definição de arquitetura CeA	28/03
	Levantamento e classificação dos riscos	29/03
Johnson Andrade	Definição arquitetura de Controle	28/03
	Elaboração do texto de arquitetura	28/03
	Levantamento e classificação de riscos	29/03
Mariana Andrade	Texto de alocação de recursos humanos	27/03
	Elaboração de requisitos para CeA	30/03
	Dimensionamento do motor	30/03
	Revisão de riscos do projeto	29/03

### 2.5.1 Fluxo 1 - Criação do conteúdo

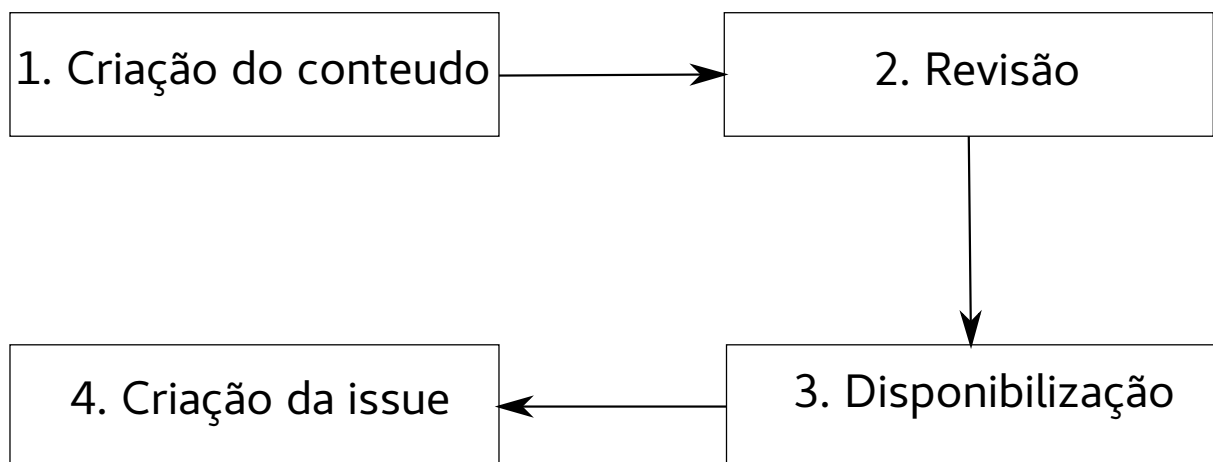


Figura 5 – Fluxo 1 - Criação do conteúdo.

1. O conteúdo é escrito, de maneira formatada e com referências;
2. O conteúdo é revisado pelo seu autor, que corrigirá defeitos encontrados;
3. O autor disponibiliza o conteúdo em algum meio acessível pelos outros membros;
4. O autor cria uma *issue* no repositório do relatório<sup>2</sup>, explica brevemente o conteúdo criado, e disponibiliza o *link* para o conteúdo. A *issue* deverá ser associada a *label* de relatório.

<sup>2</sup> <<https://github.com/CadeiraCuidadora/relatorio>>

### 2.5.2 Fluxo 2 - Implantação no Relatório

1. Um membro que domine Git e  $\text{\LaTeX}$  encontra uma *issue* que deseja implantar no relatório;
2. Revisa o conteúdo, e o transcreve para o relatório;
3. Relata na *issue* associada se algum problema ocorreu, ou se terminou a transcrição;
4. Cria um *merge request* para a *branch master* no repositório;
5. Outro membro revisa o *merge request*, e aceita ou relata as correções a serem feitas.

## 3 Requisitos

Os requisitos de um projeto são as descrições do que o sistema deve fazer, os serviços oferecidos e as restrições a seu funcionamento (SOMMERVILLE, 2011). Além de descrever as necessidades a serem cumpridas, os requisitos também são responsáveis por determinar a qualidade que deve ser apresentada (ROBERTSON, 2006). Baseado nisto, este capítulo tem por objetivo listar os requisitos presentes no projeto.

### 3.1 Requisitos Gerais

1. Adaptar a estrutura da cadeira;
2. Atender portadores de mobilidade reduzida;
3. O sistema precisa estar conectado à internet.

### 3.2 Processamento de Sinais e Monitoramento

4. O controle de movimentação da cadeira se dará por meio de um *joystick*.
5. O sistema fará o monitoramento dos seguintes sinais vitais:
  - a) Temperatura
  - b) Frequência cardíaca
  - c) Resistência galvânica da pele
6. Os meios de captura dos sinais do paciente devem ser não invasivos.
7. O sistema deverá ser capaz de tratar os sinais extraídos e realizar as conversões necessárias para processamento.
8. O sistema deve atualizar os dados no servidor com variações de 5% do último valor recebido.
9. Possibilidade de notificar parentes.
10. Interação com recursos via aplicativo.
11. O sistema deverá ser capaz de apresentar o histórico de dados capturados ao usuário.
12. O sistema deve ser capaz de reiniciar o processador no caso de erros de captura de sinais, evitando o travamento completo do sistema.

13. O sistema *mobile* deve ser capaz de notificar algum responsável quando um dos módulos essenciais para o funcionamento não estiver funcionando corretamente.
14. O sistema deve apresentar um tempo de resposta máximo de 30 segundos até que o evento crítico seja identificado;
15. O sistema web deve funcionar nos navegadores Chrome<sup>1</sup> e Firefox<sup>2</sup>.
16. O aplicativo *mobile* deverá funcionar nas versões 4.4 do Android em diante.
17. As ferramentas utilizadas deverão ter suporte para Linux<sup>3</sup>.

### 3.3 Controle e Alimentação

18. Os motores devem fornecer o torque requerido pela carga de 150kg, inclusive em rampas de acessibilidade;
19. Os motores devem ser capazes de manter uma velocidade máxima de 3 km/h, em planos horizontais e lisos;
20. Os motores devem ser capazes de manter uma velocidade máxima de 2 km/h, em planos inclinados de até 8°, de acordo com a norma NBR 9050;
21. A bateria deve ser capaz de manter os sistemas de movimentação e monitoramento funcionando por 3 horas;
22. Os *drivers* para controle dos motores devem funcionar com potência equivalente à dimensionada;
23. O sistema de dissipação de calor deve ser efetivo e não prejudicar o usuário com o aumento de velocidade do motor;
24. O controle via *joystick* deve ser intuitivo ao usuário e de fácil manuseio;
25. Os motores não devem superaquecer o sistema, havendo dimensionamento correto da corrente;

### 3.4 Projeto Estrutural

26. A estrutura da cadeira suportará uma pessoa com peso de até 80kg.

---

<sup>1</sup> <<https://www.google.com/chrome/>>

<sup>2</sup> <<https://www.mozilla.org/en-US/firefox/new/>>

<sup>3</sup> <<https://www.linux.com/>>

27. A cadeira terá que suportar o peso de sua estrutura, conjunto de bateria, sistemas eletrônicos, motores e usuário.
28. A estrutura deve atender aos princípios de ergonomia presente na NBR 9050<sup>4</sup>.
29. A cadeira deverá ter apoio para as mãos de quem tiver que empurrá-la caso o motor não funcione no momento.
30. A bateria deve ser removível.
31. A cadeira deverá ter estabilidade suficiente para que o usuário não se desequilibre com ela.
32. A cadeira deverá possuir mecanismo de frenagem para caso o usuário queira parar em qualquer lugar, seja em uma rampa ou em terreno plano.
33. A cadeira deverá ser capaz de se movimentar para frente e para trás podendo realizar curvas durante o percurso.

---

<sup>4</sup> <<http://www.ufpb.br/cia/contents/manuais/abnt-nbr9050-edicao-2015.pdf>>

## 4 Riscos

Seja qual for a decisão dentro de um projeto, desde o início com o planejamento do projeto até a integração dos sistemas, são presentes os riscos com níveis associados, uma vez que o acompanhamento deve ser feito de maneira contínua durante todo o processo. Os riscos possuem graus de probabilidade e impacto, tais que juntas classificam cada risco, como elucidado na Tabela 5 abaixo.

Probabilidade/Impacto	Leve	Médio	Grave
Alto	Risco elevado	Risco extremo	Risco extremo
Médio	Risco moderado	Risco elevado	Risco extremo
Baixo	Risco moderado	Risco moderado	Risco elevado

Tabela 5 – Probabilidade/Impacto dos riscos

A Tabela 5 é a chamada Matriz de Riscos, que auxilia na avaliação dos riscos que são envolvidos na elaboração do projeto em questão. A Matriz de Riscos é formada por dois eixos, o vertical sendo a probabilidade de ocorrer determinado risco, e o horizontal sendo o eixo de impacto no projeto. De acordo com os principais tópicos abordados pelo PMBOK (Project Management Book of Knowledge), é necessário que haja o planejamento do gerenciamento no projeto, a identificação dos riscos inerentes, realização de análise quantitativa (probabilidade) e análise qualitativa (impacto), planejamento de feedback aos riscos e controle.

No que se refere aos riscos do projeto em questão, foram realizados *brainstormings* em reuniões da equipe, com o intuito de colocar em evidência os possíveis riscos embutidos. De acordo com os dados coletados e análises realizadas, foram formuladas as tabelas abaixo.

Riscos - Projeto Estrutural	Leve	Médio
Acidentes causados por imperícia do usuário	Médio	Leve
Falha estrutural	Baixo	Grave
Falha na transmissão	Médio	Grave
Falha na mobilidade da cadeira	Médio	Médio
Falha de montagem	Baixo	Médio
Falta de recurso para o cumprimento dos requisitos	Médio	Médio

Tabela 6 – Riscos - Subsistema Projeto Estrutural

De acordo com as análises obtidas conforme a Tabela 5 de Matriz de Riscos, cada risco foi agrupado em uma subárea do projeto, sendo possível identificar uma média

Riscos - Processamento de Sinais e Monitoramento	Probabilidade	Impacto
Falha na transmissão de dados	Baixo	Grave
Instabilidade de servidores e serviços	Baixo	Médio
Falha de aquisição de dados do usuário	Médio	Grave

Tabela 7 – Riscos - Subsistema Processamento de Sinais e Monitoramento

Riscos - Controle e Alimentação	Probabilidade	Impacto
Alta temperatura do motor	Alto	Grave
Vida útil da bateria	Médio	Médio
Descarregamento da bateria	Baixo	Médio

Tabela 8 – Probabilidade/Impacto dos riscos de Controle e Alimentação

esperada de probabilidade e impacto de determinados riscos, sendo avaliado o grau a classificação definida.

Riscos	Probabilidade	Impacto
Projeto Estrutural	Médio	Médio
Processamento de Sinais e Monitoramento	Médio	Médio
Controle e Alimentação	Médio	Médio

Tabela 9 – Probabilidade/Impacto dos riscos de cada subárea

Com os dados coletados, é necessária a elaboração do plano de ação com o intuito de mitigar ou extinguir a ocorrência de algum risco analisado. Dessa forma, de acordo com as tabelas a seguir, são desenvolvidas e listadas as propostas de soluções para cada caso.

Riscos - Projeto Estrutural	Solução
Acidentes causados por imperícia do usuário	Fazer um manual do produto
Falha estrutural	Fator de segurança adequado ao sistema
Falha na transmissão	Validação teórica e experimental do sistema
Falha na mobilidade da cadeira	Validação do rolamento e boa lubrificação do sistema
Falha de montagem	Metodologia de montagem bem definida

Tabela 10 – Soluções dos riscos da área de Projeto Estrutural

As soluções foram elaboradas de modo a encontrar maneiras de contornar os riscos evidenciados em cada subsistema durante e a realização do projeto.



Riscos - Processamento de Sinais e Monitoramento	Soluções
Falha na transmissão de dados	Redundância de transmissão de dados
Instabilidade de servidores e serviços	Retorno para o usuário do estado do servidor
Falha de aquisição de dados do usuário	Redundância de transmissão de dados e reposicionamento dos sensores

Tabela 11 – Soluções dos riscos da área de Processamento de Sinais e Monitoramento

Riscos - Controle e Alimentação	Soluções
Alta temperatura do motor	Desligamento do sistema até o reestabelecimento da temperatura adequada
Vida útil da bateria	Coefficiente de profundidade de descarga da bateria
Descarregamento da bateria	Cumprir o requisito de tempo de uso
Queima de componentes	Dimensionamento correto dos componentes com margem de segurança

Tabela 12 – Soluções dos riscos da área de Controle e Alimentação

## 5 Custos

Este capítulo detalhará as estimativas, planejamento e efetivação dos custos referentes ao projeto UMISS. Para um melhor entendimento, os custos foram divididos nas seções custos esperados e custos desprezados, e serão detalhadas abaixo.

### 5.1 Custos desprezados

A fim de obtermos uma estimativa mais realista do valor financeiro que deve ser despendendo para a elaboração do projeto, a equipe decidiu por desconsiderar o custo de alguns recursos, que embora necessários, na visão da equipe serviriam apenas para inflar o orçamento final do projeto, e o deixar tendencioso.

### 5.2 Custos esperados

Custos esperados são aqueles que de fato serão comprados pela equipe e que estão detalhados mais abaixo na tabela 13. A partir disto, foi definido pelos 13 integrantes do grupo que cada um contribuirá com o valor de  $R\$150,00$  inicialmente, possibilitando assim um orçamento inicial de  $R\$1.950,00$ . Um integrante ficou responsável pela coleta do dinheiro. Se identificada a necessidade de custos adicionais, será comunicado a todos e acordado um novo valor de contribuição. Se ao fim do projeto restar alguma quantia, ela será dividida igualmente entre todos.

### 5.3 Plano de Aquisições e Controle de Custos

O PMBOK traz o Plano de Gerenciamento das Aquisições como um componente do plano de gerenciamento do projeto responsável por descrever como a equipe do projeto fará a aquisição de produtos e serviços externos à organização.

**Identificação da necessidade de Aquisição:** Uma vez identificada a necessidade de aquisição de um determinado bem ou serviço para o projeto, o membro que fez esta identificação deve relatar aos demais integrantes a necessidade desta aquisição e justificar a escolha da mesma.

**Levantamento de contra propostas:** Após receber a solicitação da aquisição necessária para o projeto, os demais membros deverão procurar por fornecedores alternativos que atendam a necessidade levantada na etapa anterior.

**Condução da aquisição:** Após ser discutido entre todos os membros do projeto, caso a necessidade de aquisição do recurso não seja viável, descarta-se a possibilidade de aquisição da mesma. Caso contrário será definido um responsável e uma data para realizar a aquisição.

**Controle e acompanhamento da aquisição:** Etapa na qual o responsável pela aquisição fará o acompanhamento e monitoramento de eventuais mudanças no decorrer do processo de aquisição, conforme sejam necessárias.

**Registro de Aquisições:** Etapa de finalização da aquisição dos recursos, garantindo que todo o processo de identificação, levantamento de contra propostas, condução e controle foram efetuados de maneira eficaz e o registro de aquisições na tabela abaixo:

ID	Item	Valor	Quant.	Sub-Total
1,00	Motor CC Bosch F 006 KM0 611	215,00	2,00	430,00
2,00	Raspberry Pi 3 Model B	299,00	1,00	299,00
3,00	Conversor A/D ADS115 16 bits	42,80	1,00	42,80
4,00	Botão Arcade Azul	9,00	1,00	9,00
5,00	Amplificador INA 118/128	0,00	3,00	0,00
6,00	Amplificador TL084	0,00	4,00	0,00
7,00	Baterias Chumbo-Ácido 12V 100Ah Som Automotivo	68,00	3,00	204,00
8,00	IRF3505 N-Channel MOSFET	3,50	8,00	28,00
9,00	Arduino UNO ATmega 328	60,00	1,00	60,00
10,00	Joystick de 3 Eixos	13,50	1,00	13,50
11,00	Rodas Aro 26" para Bicicleta	45,00	2,00	90,00
12,00	Pneus Aro 26" para Bicicleta	27,00	2,00	54,00
13,00	Cubos Roletados com Rolamento Selado	18,00	2,00	36,00
14,00	Cadeira de Rodas	399,00	1,00	399,00
15,00	Perfil de Aço 6m	20,00	1,00	20,00
16,00	App para Playstore	87,50	1,00	87,50
17,00	Domínio para servidor	30,00	1,00	30,00
Total				1 802,80

Tabela 13 – Aquisições do Projeto UMISS

## 6 Visão Geral

Para embasar e planejar o projeto a ser desenvolvido, uma proposta de arquitetura precisa ser feito. Neste capítulo será apresentado a proposta do projeto UMISS, sendo explanado as arquiteturas de cada subsistema.

### 6.1 Subsistema - Processamento de Sinais e Monitoramento

O subsistema de controle e monitoramento terá como grande objetivo a aquisição dos sinais do paciente, a disponibilização desses recursos para os interessados, e a notificação dos responsáveis em casos de eventos críticos. Sua arquitetura pode ser dividido em três grandes módulos: o módulo que chamaremos **módulo eletrônico**, que conterá grande parte dos componentes eletrônicos do projeto, o **módulo servidor remoto**, que será um servidor remoto disponível para ser consumido por outros serviços, e o **módulo aplicativo**, que será uma solução em aplicativo para ser utilizado pelos interessados.

#### 6.1.1 Módulo Eletrônico

O módulo eletrônico será composto principalmente por sensores, amplificadores, filtros, conversores, e um sistema embarcado.

Os sensores terão como principal papel a extração dos sinais vitais do paciente, e serão acoplados a estrutura da cadeira, de forma que algum membro do paciente fique em contato com o sensor, permitindo assim a aquisição do sinal.

Os amplificadores e filtros serão responsáveis pelo condicionamento do sinal. Os sinais adquiridos serão amplificados, por tratarem-se de sinais de baixa amplitude, e filtrados para atenuação de ruídos de frequências indesejadas.

Os conversores DAC (*Digital Analog Converter*) terão como papel a conversão dos sinais analógicos adquiridos do usuário para formato digital, para que possam ser processados pelo processador central do sistema.

Um sistema embarcado será responsável por receber os sinais do paciente, processá-los e utilizá-los em tarefas específicas, e, por fim, despachar os dados para o módulo servidor remoto.

#### 6.1.2 Módulo Servidor Remoto

O módulo servidor remoto é dividido nos seguintes componentes: um servidor remoto e gerência de configuração do servidor.

O servidor remoto será um servidor hospedado fora da rede-interna da parte eletrônica, e poderá ser acessado via *internet*. Se comunicará com o sistema embarcado da parte eletrônica utilizando comunicação *via socket*<sup>1</sup>, apresentará dados para o aplicativo, e o notificará da ocorrência de eventos críticos.

A gerência de configuração do servidor será composta principalmente de configurações e *scripts* que vão permitir a manutenção e interoperabilidade entre o servidor e outros recursos.

### 6.1.3 Módulo aplicativo

O aplicativo só tem si próprio como componente, e será utilizado regularmente pelos responsáveis do paciente; estará preparado para receber as notificações do servidor e para mostrar os dados em tempo real.

### 6.1.4 Integração entre os módulos

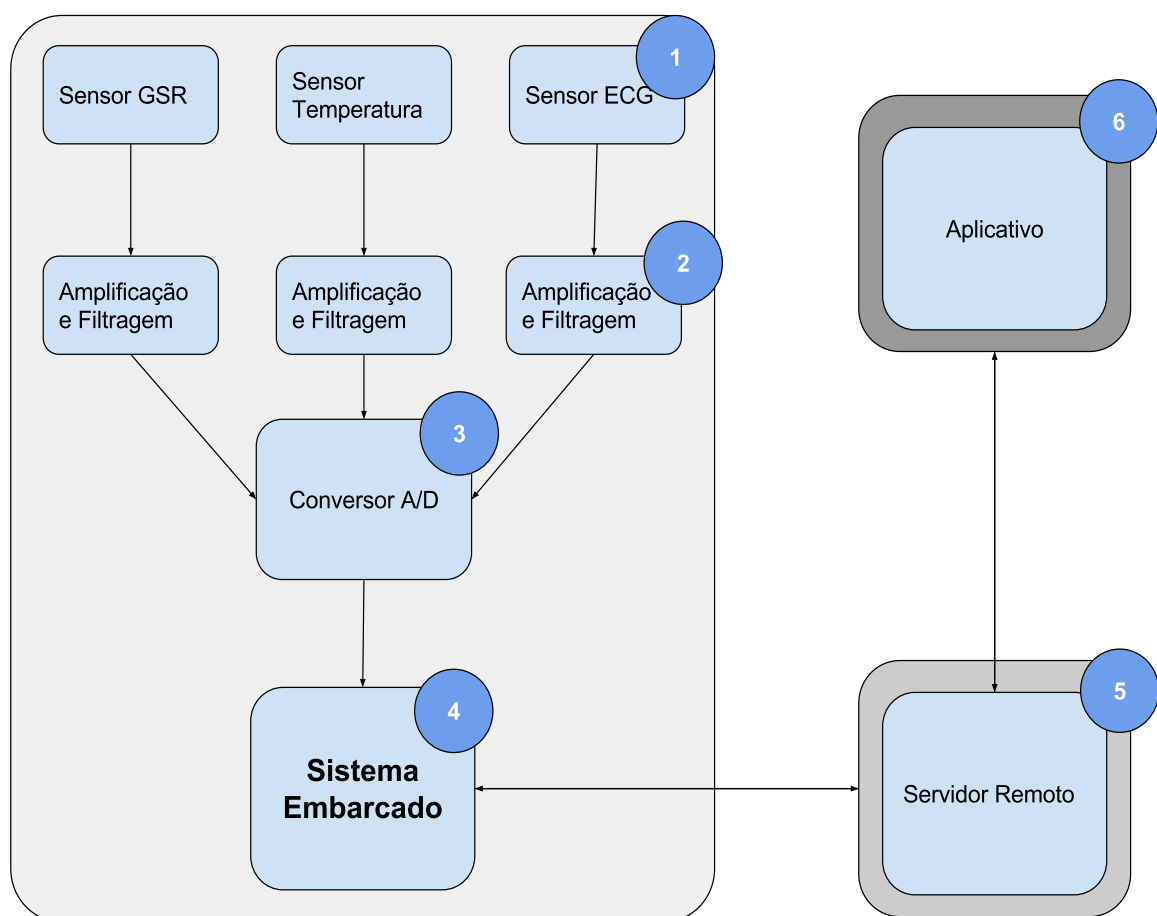


Figura 6 – Fluxo típico do subsistema de Monitoramento e Controle

<sup>1</sup> <<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/networking/sockets/definition.html>>

O passo (1) do subsistema é atuado pelos sensores, que extraíam sinais do paciente; o passo (2) será atuado pelos amplificadores e filtros, e tratarão o sinal extraído pelos sensores no passo anterior; no passo (3) os sinais tratados são convertidos para formato digital, para que possam ser lidos pelo sistema embarcado; no passo (4) o sistema embarcado recebe as informações do conversor e abre conexão com o servidor remoto - após, envia as informações recebidas, quando necessário; no passo (5) o servidor remoto recebe dados do sistema embarcado e passa informações importantes para o aplicativo, e, por fim, no passo (6), o aplicativo recebe as informações.

## 6.1.5 Tecnologias Utilizadas

### 6.1.5.1 Servidor Django

O passo (5), retratado na Figura 6, representa o servidor remoto, que irá receber as informações de todas as estações embarcadas do sistema. Este será responsável por receber, processar e se comunicar com os dispositivos móveis cadastrados no sistema. Para tal, será utilizado uma linguagem de programação compatível com a que será utilizada no software embarcado, que será escrito em python. Desta maneira, todo o servidor proverá serviços utilizando python.

Um Framework robusto e já bastante consolidado na comunidade python é o Django. Este é bem completo e possui várias ferramentas que auxiliam no desenvolvimento. O django possui um framework para API's Rest, que será o padrão utilizado pelos clientes para se comunicarem, chamado de DjangoRestFramework. Este é muito poderoso e de alta produtividade.

Estas três ferramentas irão compor juntas o passo (5).

### 6.1.5.2 Sistema Embarcado

Um sistema central de processamento foi selecionado para compor o passo (4). A placa de desenvolvimento Raspberry Pi 3 Model B <sup>2</sup>, apresentada na Figura 7 foi selecionada para a execução do processamento dos dados adquiridos por possuir, além de alta velocidade de processamento, conexão WiFi, o que possibilita a comunicação com o servidor remoto, de acordo com os requisitos do projeto.

---

<sup>2</sup> <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>>



Figura 7 – Microcomputador Raspberry Pi 3 Modelo B.

### 6.1.5.3 Conversor AD

Para a conversão dos sinais analógicos para digitais, foi selecionado o conversor AD ADS1115, apresentado na Figura 8, que possui quatro canais de entrada analógica, resolução de 16 bits e amostragem de 800Hz.

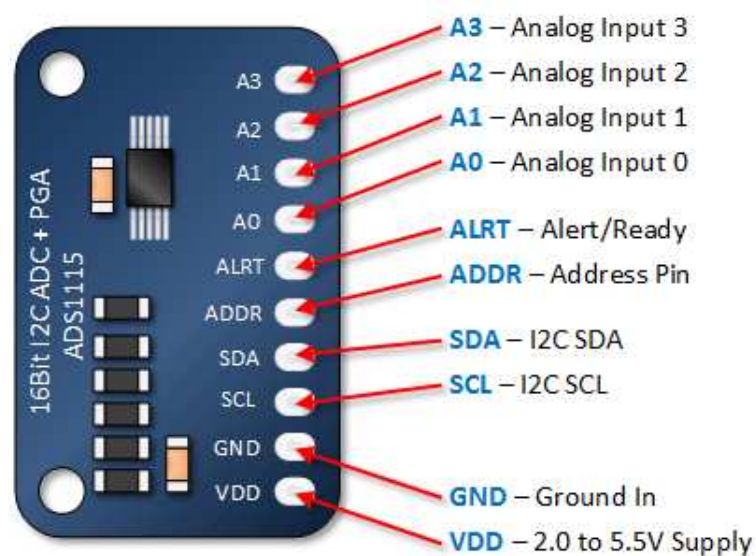


Figura 8 – Conversor analógico-digital ADS1115.



Preocupações de importante ressaltar durante a seleção do conversor foram sua resolução e amostragem. O conversor ADS1115 possui alta resolução com seus 16 bits, possibilitando uma captura mais refinada dos sinais de pequena variação. Além disso, possui amostragem de 800Hz, necessária para captura de sinais de eletrocardiograma (ECG) e frequência cardíaca, que possuem frequências úteis até 300Hz, dessa forma, 800Hz de amostragem mostra-se suficiente para boa captura desses sinais, entre os outros necessários para o projeto.

#### 6.1.5.4 Amplificadores de Instrumentação e Operacionais

Para os sistemas de amplificação dos sinais capturados e condicionamento dos mesmos, serão utilizados amplificadores operacionais e de instrumentação.

A amplificação e captura de sinais vitais de baixa amplitude de forma ótima é uma tarefa que requer um amplificador de instrumentação, com ganho regulável por divisores de tensão, permitem aplicação de alto ganho sem aplicar novos ruídos ao sinal. Para a amplificação dos sinais para frequência cardíaca serão utilizados amplificadores INA118 e INA128, fabricados pela *Texas Instruments*. Além, para a filtragem dos sinais, serão implementadas topologias de filtragem analógica do tipo *Sallen-Key*, que necessitam da utilização de amplificadores operacionais para seleção das frequências de corte desejadas, para estes, serão utilizados amplificadores TL084, da *Texas Instruments*, por maior concentração de amplificadores por chip e pelo baixo ruído apresentado por estes amplificadores.

#### 6.1.5.5 Aquisição de Sinais

Para a aquisição dos sinais do usuário, serão utilizados sensores e eletrodos específicos para cada tipo de sinal. Para a captura dos sinais de resistência galvânica da pele (GSR), pela qual é possível identificar alterações de estresse do usuário e prováveis convulsões ou crises hipoglicêmicas, serão utilizados eletrodos com contatos de prata ou alumínio, em contato com os dedos ou pulso do usuário.

Para a aquisição dos sinais de temperatura corporal, serão utilizados termistores, que consistem em resistores que apresentam variação de resistência para variações de temperaturas, regidas pela equação de *Steinhart-Hart* ([LAVENUTA, 2013](#)), para esses termistores, haverá, no sistema embarcado, rotinas para definir a temperatura corporal a partir de valores de tensão recebidos.

Além, para captura de sinais de frequência cardíaca, serão utilizados sensores ópticos ou eletrodos de contato para captura dos sinais de eletrocardiograma (ECG).

Na Figura 9 é possível visualizar modelos comuns dos sensores e eletrodos utilizados.





Figura 9 – Sensores e eletrodos para captura de sinais.

## 6.2 Subsistema - Controle e Alimentação

### 6.2.1 Dimensionamento de Motores e Sistema Energético

Neste projeto serão usados motores de corrente contínua a fim de movimentar o conjunto cadeira + paciente, esses motores devem ser capazes de fornecer o torque solicitado nas diversas situações, como o uso com carga elevada e a movimentação em aclives. Serão usados circuitos driver para o controle de tais motores. De forma simplificada uma máquina de corrente contínua é formada por duas partes distintas, a parte estacionária chamada de estator, onde estão localizados os polos indutores e o enrolamento de campo, e a parte girante chamada de rotor onde se encontram as bobinas do enrolamento de armadura, bem como o comutador (BIM, 2012). O comutador é um conjunto de barras isoladas entre si e conectadas no eixo do rotor, ele tem a função de mudar o sentido da corrente que passa pelo enrolamento de armadura. Um exemplo de rotor e estator é mostrado na figura 10.

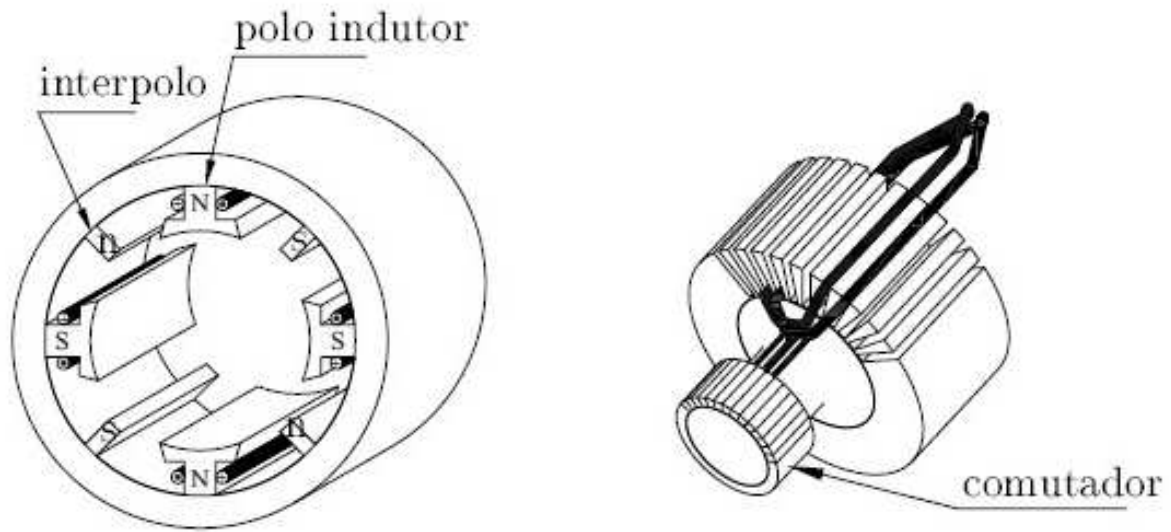


Figura 10 – Exemplo de um estator e um rotor (BIM, 2012)

#### 6.2.1.1 Dimensionamento do Sistema Eletromecânico

Para a análise das características requeridas de torque e potência foram estimados massa do sistema foi estimada como  $150kg$ , a sua velocidade máxima como  $3km/h$  e o tempo para atingir tal velocidade como 4 segundos. A partir desses dados é possível calcular a força necessária para colocar a cadeira em movimento bem como para a acelerar até a velocidade máxima. Dividindo a velocidade pelo tempo necessário para se alcançar a velocidade é possível calcular a aceleração.

$$a = \frac{V}{t} = \frac{3}{3,6 \cdot 4} = 0,20834 \frac{m}{s^2} \quad (6.1)$$

Em seguida calculamos a força necessária para acelerar a massa de  $150kg$ .

$$F_a = M \cdot a = 150 \cdot 0,20834 = 31,25N \quad (6.2)$$

Também deve ser levado em conta a força necessária para colocar a massa da cadeira em movimento, e usamos um valor de coeficiente de atrito estático  $\mu = 0,3$ .

$$F_r = M \cdot g \cdot \mu = 441,45N \quad (6.3)$$

Então, a força total solicitada para que a cadeira seja movida em um plano horizontal e liso é dada pela soma da força de resistência ao movimento e da força de aceleração.

$$F_T = F_a + F_r = 472,7N \quad (6.4)$$

Finalmente é possível calcular o torque solicitado utilizando o raio do eixo do motor de  $4mm$ .

$$T = F_T \cdot R = 472,7 \cdot 0,004 = 1,8908 N \cdot m \quad (6.5)$$

A potência requerida é calculada multiplicando-se a força pela velocidade máxima.

$$P = F_T \cdot V = 472,7 \cdot 0,83334 = 393W \quad (6.6)$$

Diante disso, o dimensionamento acima foi feito para que o movimento da cadeira se dê em um plano horizontal e liso. Para que a cadeira se movimente em rampas é necessário considerar a inclinação das mesmas nos cálculos, para isso a Norma ABNT NBR 9050 (ABNT, 2004) estipula a inclinação máxima que rampas de acessibilidade podem ter, que é de aproximadamente 8 graus. Assim, adotando que a velocidade máxima alcançada pela cadeira em aclives seja de 2 km/h, tem-se o dimensionamento da aceleração para essa situação:

$$a = \frac{V}{t} = \frac{2}{3,6 \cdot 4} = 0,1389 \frac{m}{s^2} \quad (6.7)$$

Então a força total solicitada para que a cadeira seja movida em um plano inclinado de 8 graus é dada pela soma da força de resistência ao movimento e da força de aceleração, e ainda a força referente a inclinação do piso:

$$F_T = F_r + F_a + F_i = [\mu \cdot M \cdot g \cdot \cos(8^\circ)] + [M_a] + [M \cdot g \cdot \sin(8^\circ)] \quad (6.8)$$

$$F_T = [0,3 \cdot 150 \cdot 9,81 \cdot \cos(8^\circ)] + [150 \cdot 0,1389] + [150 \cdot 9,81 \cdot \sin(8^\circ)] \quad (6.9)$$

$$F_T = 643,2319N \quad (6.10)$$

Com isso é possível calcular o torque solicitado utilizando o raio do eixo do motor de  $4mm$ .

$$T = F_T \cdot R = 643,2319 \cdot 0,0004 = 2,5729 N \cdot m \quad (6.11)$$

A potência requerida é calculada multiplicando-se a força total pela velocidade máxima.

$$P = F_T \cdot V = 643,2319 \cdot 0,55556 = 357,35W \quad (6.12)$$

### 6.2.1.2 Especificações do Motor

Serão utilizados dois motores Bosch modelo GPB F006 KM0 611, que tem aplicações em sistemas de arrefecimento, o emprego dos dois motores satisfaz as exigências de potência e torque do sistema. As curvas características desse motor e seus dados técnicos são mostrados a seguir.

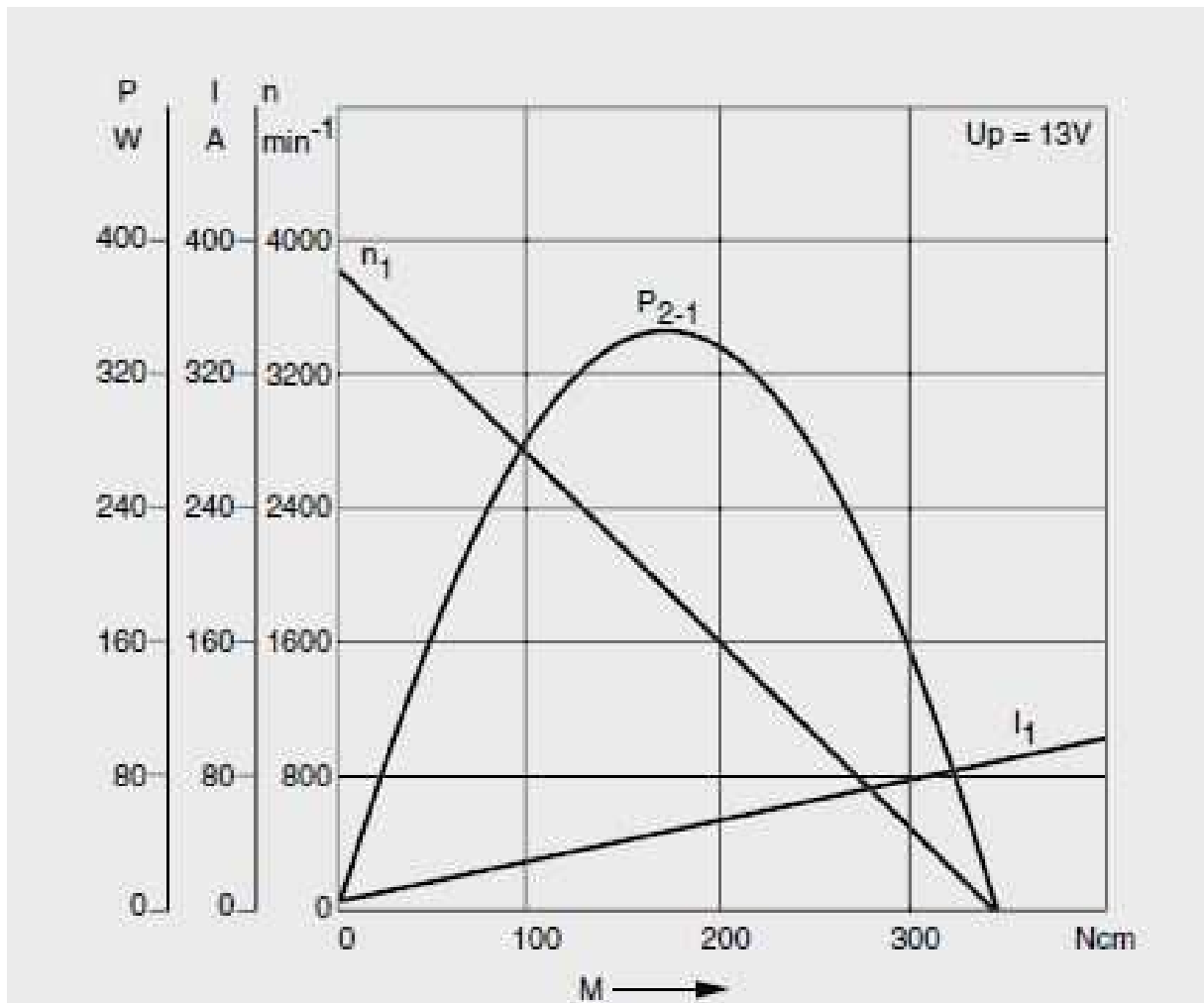


Figura 11 – Curvas de motor GPB F006 KM0 611 (Bosch)

Item	Especificação
Tensão Nominal	12 V
Potência Nominal	305 W
Rotação Nominal	2600 rpm
Corrente Nominal	25A
Torque Nominal	350 Ncm
Peso	1,585 kg

Tabela 14 – Dados motor GPB F006 KM0 611 (Bosch)

Como foram selecionados dois motores, é válido ressaltar que os valores de torque e potência dimensionados acima deverão ser divididos por dois.

### 6.2.1.3 Dimensionamento da Bateria

Sabe-se que a potência necessária para movimentar a cadeira de rodas é de  $367W$ , também sabe-se que a tensão nominal do motor GPB F006 KM0 611 da Bosch é de  $12V$ , logo as baterias devem ser capazes de fornecer essa potência para o sistema por pelo menos 3 horas. Para determinar qual bateria usar deve ser estimada a capacidade em Ah, também devem as suas dimensões e peso, outro fator importante é o custo, já que o projeto tem orçamento limitado (COSTA, 2016).

A bateria a ser utilizada deve ter uma tensão de  $12V$ , pois esse valor é compatível tanto com a necessidade dos motores quanto com a disponibilidade dos modelos de mercado. Tendo em vista a potência calculada e a tensão estabelecida é possível calcular a corrente necessária.

$$P = V \cdot I \quad (6.13)$$

$$I = \frac{393}{12} = 32,75A \quad (6.14)$$

Com esse valor de corrente e o tempo de trabalho do sistema é possível calcular a carga da bateria.

$$C = I \cdot t = 32,75 \cdot 3 = 98,25Ah \quad (6.15)$$

Sabe-se que a bateria não deve ser totalmente descarregada, pois isso diminui a vida útil da mesma, logo deve ser utilizado um fator de profundidade de descarga, que nesse caso será de 80% (KARASINSKI; DIAS, 2013).

$$C = \frac{98,25}{0,8} = 122,125Ah \quad (6.16)$$

Um ponto importante no dimensionamento é o fato de o sistema de movimentação não operar em plena carga a todo tempo, havendo momentos em que a potência necessária é reduzida ou até mesmo nula, situação onde a cadeira está parada, portanto deve se estimar um fator de demanda para os motores, para esse projeto o valor adotado de para o fato de demanda será de 0,75. Com isso temos que a carga necessária será de:

$$C = 122,125 \cdot 0,75 = 92,1Ah \quad (6.17)$$

Uma possível solução que prioriza a variável custo é a utilização de 3 baterias de chumbo-ácido de 30Ah ligadas em paralelo.

### 6.2.2 Sistema de Controle de Movimento

Para o acionamento dos motores tem-se duas variáveis que devem ser consideradas, o controle da velocidade e do torque desses motores, de forma que o sistema de acionamento propicie ao usuário uma experiência de segurança e conforto. Com o enfoque nesse sentido, a arquitetura proposta está em fazer o acionamento dos motores de maneira unilateral, isto é, fazer o acionamento de cada motor individualmente, tendo um controle melhor da velocidade e torque proporcionados às rodas através dos motores.

Os componentes para movimentação da cadeira de rodas, além dos motores, são o joystick, um microcontrolador e um circuito de ponte H. Esses componentes juntamente com os motores proporcionam a movimentação da cadeira e suas funções podem ser entendidas pelos seguintes passos, mostrados na Figura 12.

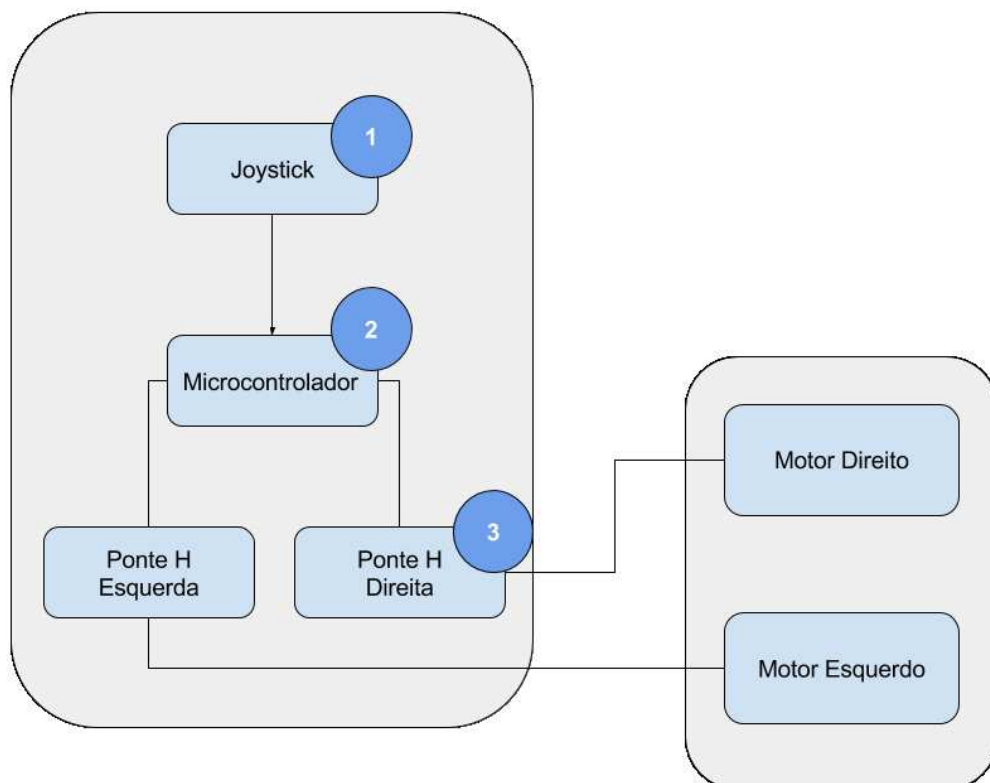


Figura 12 – Fluxo típico do sistema de controle e movimentação dos motores.

1. O joystick, acoplado ao braço da cadeira, mandará sinais de direção para um microcontrolador;

2. O microcontrolador então gerará os sinais de PWM necessários e os enviará para um circuito de ponte H;
3. A ponte H acionará os motores com o controle de tensão adequado orientando a direção e intensidade definidas pelo sinal PWM.

A direção de movimento da cadeira depende da intensidade da corrente em cada motor. Para se andar em direção reta, ambos os motores devem possuir a mesma corrente, com a direção da mesma determinando o sentido de rotação dos motores. Para se fazer uma curva, um dos motores deve estar mais rápido, ou seja, com corrente maior que o outro. Portanto, com a definição dos motores e suas características, tais como corrente nominal, tensão nominal e potência nominal, conseguimos dimensionar a ponte H para que estabeleça corretamente o nível de tensão que se deve chegar aos motores para a movimentação completa e segura da cadeira.

O *joystick* a ser utilizado será um *joystick* de três eixos, apresentado na Figura 13. Seu funcionamento é dado através do controle de dois potenciômetros e um botão, sendo que os eixos X e Y são correspondentes às entradas dos potenciômetros e o eixo Z corresponde ao botão quando pressionado.



Figura 13 – *Joystick* de três eixos para controle de velocidade e direção da cadeira.

O microcontrolador a ser utilizado para receber as informações do joystick e gerar os sinais de PWM para a movimentação da cadeira será o Arduino UNO com processador ATmega328, mostrado na Figura 14. A escolha deste microcontrolador se deve por ser



um microcontrolador que o grupo já possui e por ser um microcontrolador de leitura e escrita de sinais já dominados pelos integrantes do grupo, tornando-a uma ferramenta de confiabilidade adequada ao projeto. O Arduino UNO possui a possibilidade de se controlar a frequência que se deseja para os sinais PWM através de três timers que se encontram no ATmega 328, o que nos dá a flexibilidade dos níveis de tensão que serão enviados ao circuito de ponte H e do controle dos motores.



Figura 14 – Arduino UNO com processador ATmega 328.

A ponte H, responsável pelo controle de sentido de rotação e potência para o motor, possui em sua configuração quatro transistores FET de potência. Sua funcionalidade depende da polarização dos transistores que determina o sentido da corrente que vai passar pelo motor, acionando o motor no sentido que se deseja. Por exemplo, polarizando-se os transistores Q1 e Q4, apresentados na Figura 15, a corrente vai passar pelo motor no sentido esquerda-direita e para o sentido direita-esquerda polariza-se os transistores Q2 e Q3. Portanto, tendo em mãos as características dos motores a serem utilizados, consegue-se dimensionar a ponte H de tal forma que a mesma consiga ter o controle da corrente que vai passar pelo motor. Os transistores de potência que serão utilizados para montagem da ponte H serão do modelo IRF3505 de canal N, que segundo seu datasheet suporta uma corrente de 71 A em seu limite de temperatura de encapsulamento, sendo o suficiente para controle do motor, visto que o mesmo possui uma corrente de operação nominal de 25 A.



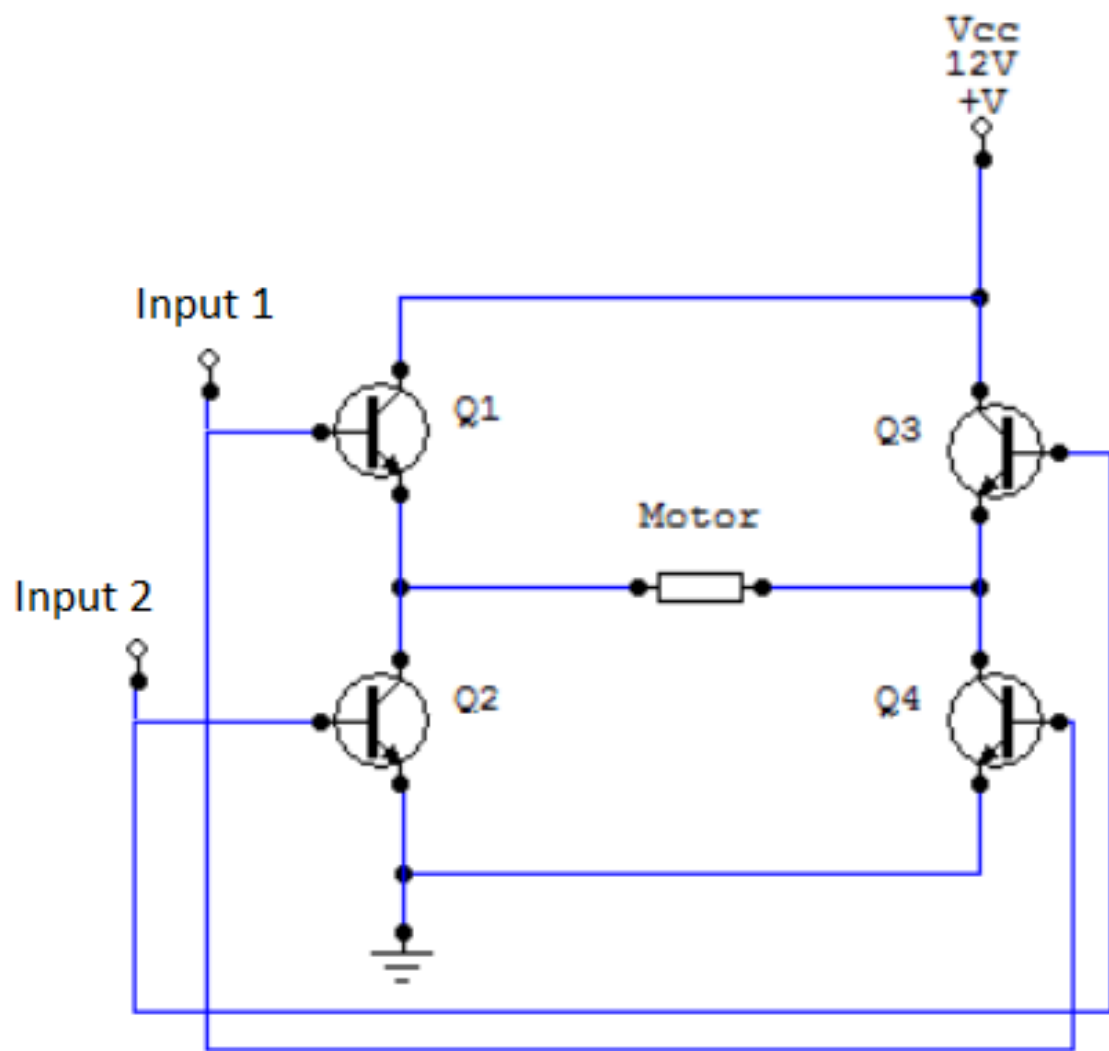


Figura 15 – Esquemático de sistema de Ponte H.

### 6.3 Subsistema - Projeto Estrutural

O Subsistema de estrutura será dividido em dois elementos: Elemento Estrutural da Cadeira de Roda e Elemento de Transmissão que conduz o torque do motor para as rodas da Cadeira.

Nesse subconjunto estrutural, os componentes do projeto irão manufaturar uma Cadeira de Roda de maneira que possa sustentar os componentes como motores, baterias, sensores e até mesmo o usuário. Para isso será utilizado *Sketchs* Manuais para encontrar saídas factíveis para a melhor execução do projeto, escolha de materiais, projetar o esquemático em 3D, utilização também de um software CAE para análises estática, modal e de fadiga. Será feito também um estudo ergonômico para que o usuário tenha completo conforto quando utilizar a cadeira, tanto ao sentar quanto ao apoiar a cabeça. Por fim

a manufatura será executada de acordo com o material escolhido e com as técnicas que oferecem a estrutura mais próxima do ideal.

Já o subconjunto da Transmissão irá desempenhar a função de transformar o torque do motor utilizado em movimento (CARDOSO, 2012). Assim, com as especificações dos motores que serão utilizados será possível modelar ou adquirir uma caixa de redução pronta para entregar as rodas que serão utilizadas no projeto o movimento desejado.

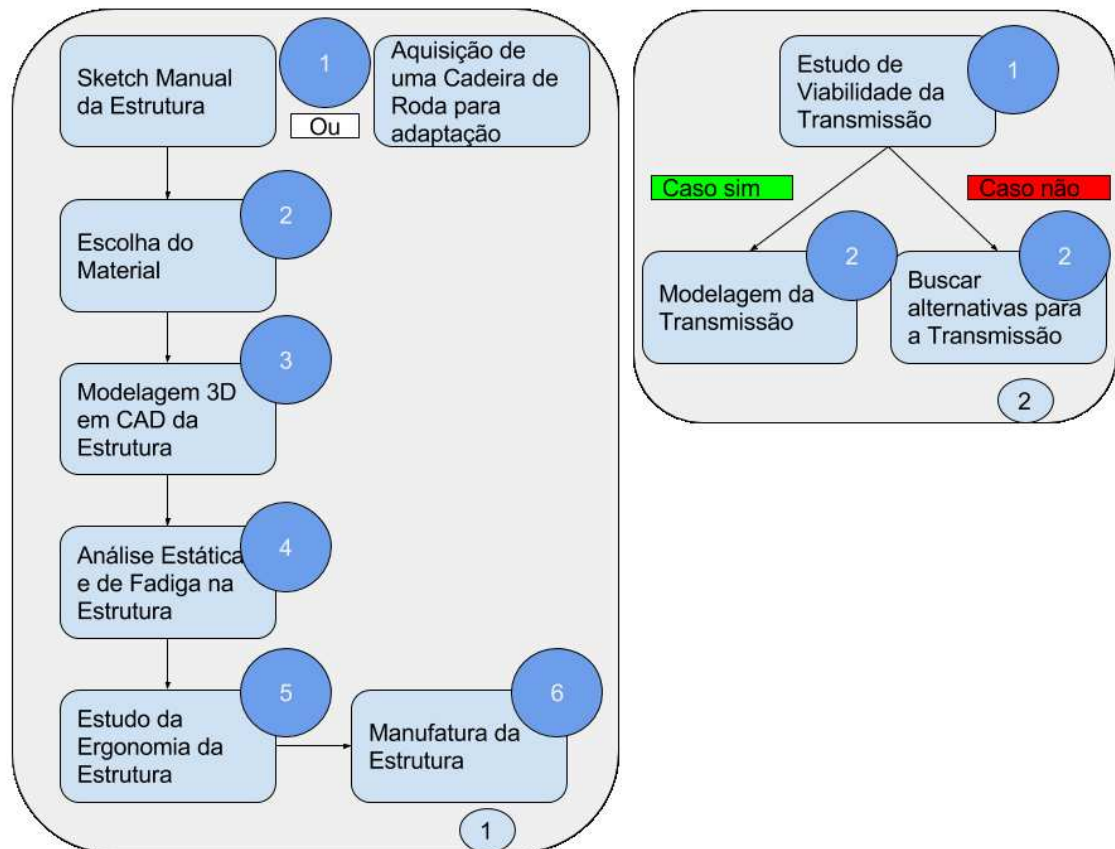


Figura 16 – Fluxogramas com tomadas de decisão.

Como apresentado na Figura 16, no fluxograma 1 (à esquerda), o primeiro passo será a modelagem manual de um *sketch* para melhor visualização e maior facilidade para um Brainstorming visando a melhor ideia de Cadeira de roda ou Adquirir uma cadeira para adaptar. O segundo passo é a escolha do material, levando em consideração o custo-benefício e facilidade com a utilização das técnicas de usinagem e conformação mecânica. O terceiro e quarto passo será utilizar com o auxílio de softwares CAD/CAE ( ANSYS e CATIA V5R19) para validar a estrutura em ambiente computacional. O quinto também com o auxílio do CAD, será utilizado algumas normas para melhor aplicar as normas de ergonomia. Por fim, com todos os passos anteriores bem sucedido o último passo seria a concepção do trabalho completo, a manufatura da estrutura. Em paralelo, o fluxograma à direita da 16, que visa estudar a possibilidade de modelar uma caixa de redução para

entregar um movimento aceitável para a cadeira. Caso não seja possível a aquisição de uma caixa totalmente projetada, caso não seja possível, será inevitável a busca de alternativas para melhor utilização dos motores.

# Referências

ABNT. *NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. [S.l.], 2004. Citado na página 42.

BIM, E. Máquinas elétricas e acionamentos. Rio de Janeiro, Brasil, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 6, 40 e 41.

CARDOSO, J. S. Estudo das melhores práticas sobre a vantagem tecnologia da transmissão automática de veículos de passeio com relação ao consumo de combustível. São Caetano do Sul, SP: CEUN-EEM, 2012. Citado na página 49.

COSTA, R. J. P. *Automatização de um carrinho de compras*. [S.l.], 2016. Disponível em: <[http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2592/1/DM\\_RicardoCosta\\_2011\\_MEESE.pdf](http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/2592/1/DM_RicardoCosta_2011_MEESE.pdf)>. Citado na página 44.

INSTITUTE, P. M. *Project Management Body of Knowledge*. 5ª edição. ed. [S.l.], 2013. Citado na página 21.

KARASINSKI, C. A.; DIAS, E. S. *Guia Para Aplicação e Manutenção de Banco de Baterias*. [S.l.], 2013. Disponível em: <[http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/monografia\\_guia\\_aplicacao\\_baterias\\_2003.pdf](http://www.daelt.ct.utfpr.edu.br/engenharia/tcc/monografia_guia_aplicacao_baterias_2003.pdf)>. Citado na página 44.

LAVENUTA, Q. S. S. E. D. G. *AN EXPLANATION OF THE BETA AND STEINHART-HART EQUATIONS FOR REPRESENTING THE RESISTANCE VS. TEMPERATURE RELATIONSHIP IN NTC THERMISTOR MATERIALS*. [S.l.], 2013. Disponível em: <<https://www.thermistor.com/sites/default/files/specsheets/Beta-vs-Steinhart-Hart-Equations.pdf>>. Citado na página 39.

PMBOK, A. Guide to the project management body of knowledge. *Project Management Institute, Pennsylvania USA*, 2012. Citado na página 22.

ROBERTSON, S. *Mastering the Requirements Process*. 2ª edição. ed. [S.l.: s.n.], 2006. Citado na página 27.

SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. 9ª edição. ed. [S.l.: s.n.], 2011. 57 p. Citado na página 27.

## Apêndices

# APÊNDICE A – Cronograma

<b>☐ Ponto de Controle 1 (PC1)</b>	<b>13d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>31/03/2017</b>
<b>☐ Fase 1: Problematização</b>	<b>6d?</b>	<b>17/03/2017</b>	<b>24/03/2017</b>
Definição do problema a ser resolvido	1d?	17/03/2017	17/03/2017
<b>☐ Problema a ser resolvido</b>	<b>6d?</b>	<b>17/03/2017</b>	<b>24/03/2017</b>
Refinar entendimento do problema	4d?	17/03/2017	22/03/2017
Identificação dos principais requisitos	1d?	22/03/2017	22/03/2017
Pesquisas iniciais sobre viabilidade técnica e financeira	3d?	22/03/2017	24/03/2017
<b>☐ Fase 2: Concepção e detalhamento da solução</b>	<b>11d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>29/03/2017</b>
<b>☐ Requisitos</b>	<b>9d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>27/03/2017</b>
Realizar descrição detalhada dos requisitos do projeto	9d?	15/03/2017	27/03/2017
<b>☐ Arquitetura da solução</b>	<b>11d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>29/03/2017</b>
Definir a arquitetura da solução para cada um dos sub-grupos	9d?	15/03/2017	27/03/2017
Definir visão geral da arquitetura da solução	3d?	27/03/2017	29/03/2017
<b>☐ Gerenciamento do projeto</b>	<b>11d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>29/03/2017</b>
<b>☐ Recursos humanos</b>	<b>8d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>24/03/2017</b>
Definição dos sub-grupos	6d?	15/03/2017	22/03/2017
Alocação de pessoal para sub-grupos	1d?	22/03/2017	22/03/2017
Definição de organização de trabalho por sub-grupo	3d?	22/03/2017	24/03/2017
Elaborar Termo de Abertura do Projeto ( TAP )	11d?	15/03/2017	29/03/2017
Elaborar Estrutura Analítica do Projeto ( EAP )	11d?	15/03/2017	29/03/2017
<b>☐ Custos</b>	<b>6d?</b>	<b>22/03/2017</b>	<b>29/03/2017</b>
Realizar estimativa de custos por cada sub-grupo	4d?	22/03/2017	27/03/2017
Integrar estimativas de custos	3d?	27/03/2017	29/03/2017
<b>☐ Riscos</b>	<b>11d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>29/03/2017</b>
Levantar os riscos	6d?	15/03/2017	22/03/2017
Elaborar plano de contingência	4d?	24/03/2017	29/03/2017
<b>☐ Relatório/Apresentação PC1</b>	<b>13d?</b>	<b>15/03/2017</b>	<b>31/03/2017</b>
Finalizar relatório	11d?	15/03/2017	29/03/2017
Revisar relatório	3d?	29/03/2017	31/03/2017
Elaborar apresentação	3d?	29/03/2017	31/03/2017
Alocar membros para apresentação	1d?	31/03/2017	31/03/2017

Figura 17 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 1. Fonte: autores.

<b>☐ Ponto de Controle 2 (PC2)</b>	<b>40d?</b>	<b>03/04/2017</b>	<b>26/05/2017</b>
<b>☐ Fase 3: Projeto e construção de subsistemas da solução pr</b>	<b>40d?</b>	<b>03/04/2017</b>	<b>26/05/2017</b>
Compra de materiais	1d?	03/04/2017	03/04/2017
<b>☐ Processamento de Sinais e Monitoramento</b>	<b>38d?</b>	<b>03/04/2017</b>	<b>24/05/2017</b>
Projetar sistema para coleta de dados do paciente	35d?	03/04/2017	19/05/2017
Desenvolver servidor web para armazenamento de dados	35d?	03/04/2017	19/05/2017
Desenvolver solução mobile	35d?	03/04/2017	19/05/2017
Realização de testes sem a cadeira	4d?	19/05/2017	24/05/2017
<b>☐ Controle e Alimentação</b>	<b>30d?</b>	<b>03/04/2017</b>	<b>12/05/2017</b>
Projetar alimentação da cadeira em software	10d?	03/04/2017	14/04/2017
Projetar sistema de movimento da cadeira em software	8d?	03/04/2017	12/04/2017
Projetar sistema de movimento da cadeira	23d?	12/04/2017	12/05/2017
Projetar braço de movimento	11d?	28/04/2017	12/05/2017
<b>☐ Projeto Estrutural</b>	<b>35d?</b>	<b>03/04/2017</b>	<b>19/05/2017</b>
Projetar estrutura da cadeira em software	5d?	03/04/2017	07/04/2017
Realizar testes em software	5d?	10/04/2017	14/04/2017
Construir cadeira	25d?	10/04/2017	12/05/2017
Integrar com o braço de movimento	6d?	12/05/2017	19/05/2017
<b>☐ Relatório/Apresentação PC2</b>	<b>5d?</b>	<b>22/05/2017</b>	<b>26/05/2017</b>
Finalizar relatório	3d?	22/05/2017	24/05/2017
Revisar relatório	3d?	24/05/2017	26/05/2017
Elaborar apresentação	3d?	24/05/2017	26/05/2017
Alocar membros para apresentação	1d?	26/05/2017	26/05/2017

Figura 18 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 2. Fonte: autores.

<b>☐ Ponto de Controle 3 (PC3)</b>	<b>25d?</b>	<b>29/05/2017</b>	<b>30/06/2017</b>
<b>☐ Fase 4: Integração de subsistemas e finalização do produto</b>	<b>25d?</b>	<b>29/05/2017</b>	<b>30/06/2017</b>
<b>☐ Integração da solução</b>	<b>20d?</b>	<b>29/05/2017</b>	<b>23/06/2017</b>
Integrar controle e alimentação + projeto estrutural	10d?	29/05/2017	09/06/2017
Integração final da solução	4d?	09/06/2017	14/06/2017
Realização de testes	8d?	14/06/2017	23/06/2017
Criar manual de instruções da solução	8d?	14/06/2017	23/06/2017
<b>☐ Relatório/Apresentação PC3</b>	<b>5d?</b>	<b>26/06/2017</b>	<b>30/06/2017</b>
Finalizar relatório	3d?	26/06/2017	28/06/2017
Revisar relatório	3d?	28/06/2017	30/06/2017
Elaborar apresentação	3d?	28/06/2017	30/06/2017
Alocar membros para apresentação	1d?	30/06/2017	30/06/2017

Figura 19 – Cronograma de Atividades do Ponto de Controle 3. Fonte: autores.



## APÊNDICE B – Segundo Apêndice

Texto do segundo apêndice.

# Anexos

## ANEXO A – Primeiro Anexo

Texto do primeiro anexo.

## ANEXO B – Segundo Anexo

Texto do segundo anexo.