

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA

Projeto Integrador 02
Ponto de Controle 01
Bibliotech



Autor: Karine Valença
Murilo Duarte
Professor:

Brasília, DF
2017

Karine Valença
Murilo Duarte

Projeto Integrador 02
Ponto de Controle 01
Bibliotech

Atividade submetida ao curso de graduação
em () da Universidade de Brasília, como re-
quisito parcial para obtenção da aprovação
em Melhoria de Processo de Software.

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador:

Brasília, DF

2017

Lista de abreviaturas e siglas

FS	Fábrica de <i>Software</i>
UnB	Universidade de Brasília
MPS	Melhoria de Processo de Software
MPS.BR	Melhoria de Processo do Software Brasileiro

Sumário

1	DOCUMENTO DE VISÃO	6
1.1	Introdução	6
1.2	Posicionamento	6
1.3	Descrição dos Problemas	6
1.4	Descrições dos Usuários	7
1.4.1	Resumo dos Usuários	7
1.4.2	Principais Necessidades dos Usuários	8
1.5	Visão Geral do Produto	9
1.5.1	Perspectiva do Produto	9
2	DOCUMENTO DE ARQUITETURA DE SOFTWARE	10
2.1	Representação Arquitetural	10
2.2	Metas e Restrições da Arquitetura	11
2.3	Visão Lógica	12
3	MODELO DE CASO DE USO	14
3.1	Diagrama de Caso de Uso	14
3.2	Descrição de Casos de Uso	15
3.2.1	Consultar Agendamento	15
3.2.2	Consultar Livro	15
3.2.3	Criar Agendamento	15
3.2.4	Manter Livro	15
3.2.5	Realizar Login	15
3.2.6	Manter Usuário	15
3.2.7	Emprestar Livro	15
3.2.8	Devolver Livro	15
3.2.9	Remover Agendamento	16
3.2.10	Buscar Livro	16
3.2.11	Guardar Livro	16
4	PROTÓTIPOS	17
5	GERENCIAMENTO DOS RISCOS	22
6	GERENCIAMENTO DA COMUNICAÇÃO E VERSÕES DE ARTE- FATOS	24
6.1	Ferramentas de Comunicação	24

6.2	Reuniões	24
7	SOLUÇÃO PROPOSTA	25
7.1	Requisitos do Sistema	25
8	GERENCIAMENTO DO PROJETO	27
8.1	Responsabilidades	27
8.2	Estrutura Analítica do Projeto EAP	28
8.3	Cronograma	30
9	METODOLOGIA	31
10	PLANO DE GERENCIAMENTO DE CUSTOS	33
10.1	Estimativa de Custos	33
10.2	Arrecadação de Verbas	33
11	ALIMENTAÇÃO	35
11.1	Motor	35
12	ESTRUTURA	39
12.1	Conceito	39
12.1.1	Correntes, Correias e Cabos	39
12.1.2	Cremalheiras	39
12.1.3	Fusos	39
12.1.4	Atuadores Lineares	40
12.2	Materiais	40
12.2.1	Cases	40
12.2.2	Pórtico	40
12.2.3	Fuso	40
12.2.4	Cremalheira e Engrenagem	41
12.3	Descrição do produto	41
13	SISTEMA ELETRÔNICO	44
13.1	Dispositivo Raspberry PI	44
13.2	Sistema de Controle	45
13.2.1	Solução 1: Atuador	45
13.2.2	Solução 2: Braço Robótico	45
13.2.2.1	Movimentação do Braço Robótico	45
13.2.2.2	Servo Motor	46
13.2.2.3	Modulação PWM	46
13.2.2.4	Arduino MEGA	47
13.2.3	Solução Escolhida	48

13.3	Sistema de Comunicação	48
13.3.1	Comunicação UART	48
13.3.2	Leitura do Código de Barras	48
13.4	Referência	48
14	INTRODUÇÃO	50
14.1	Contexto	50
14.2	Problema	51
14.3	Justificativa	52
14.4	Objetivo	52
14.5	Objetivos Específicos	52
15	DESENVOLVIMENTO	54
15.1	Primeira Questão	54
15.2	Segunda Questão	54
15.3	Terceira Questão	54
15.4	Quarta Questão	55
15.4.1	Iniciação	55
15.4.2	Diagnóstico	55
15.4.3	Planejamento	55
15.4.4	Ação	56
15.4.5	Aprendizado	56
15.5	Quinta Questão	56

1 Documento de Visão

1.1 Introdução

Esse documento tem por objetivo fornecer uma visão geral da solução de software a ser empregada para dar suporte às atividades do produto *Bibliotech*. Aqui será descrito o problema a qual o software visa solucionar e dar apoio, o perfil do usuário que estará utilizando o sistema, e uma breve descrição de suas funcionalidades.

1.2 Posicionamento

Essa seção contém a descrição dos problemas, envolvidos e usuários, e subsequentemente a posição do produto.

1.3 Descrição dos Problemas

Nas figuras abaixo estão descritos os problemas identificados.

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 1 – Problema 01 (fonte: Autor)

O problema de	Administrar as informações dos livros da biblioteca
afeta	O conhecimento acerca dos livros mantidos
cujo impacto é	O descontrole sobre a administração dos livros
uma boa solução seria	Um sistema que permita manter e gerir as informações sobre os livros da biblioteca

Figura 2 – Problema 02 (fonte: Autor)

O problema de	Conhecer a disponibilidade física e informações de um livro
afeta	A capacidade de afirmar se um livro está disponível ou não
cujo impacto é	A execução da solicitação de retirada de um livro sem sucesso
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e informe a sua disponibilidade.

Figura 3 – Problema 03 (fonte: Autor)

O problema de	Identificar a relação entre livros emprestados e com quem esse livro está
afeta	A identificação do responsável pela devolução e integridade do livro
cujo impacto é	Perda da rastreabilidade de quem está com determinado livro emprestado
uma boa solução seria	Um sistema que mantenha os usuários e relacione eles com seus livros solicitados.

Figura 4 – Problema 04 (fonte: Autor)

1.4 Descrições dos Usuários

Essa seção apresenta uma descrição geral dos usuários do sistema, assim como suas respectivas responsabilidades e as suas necessidades ao utilizar o sistema.

1.4.1 Resumo dos Usuários

A a figura abaixo apresenta a descrição de cada usuário do sistema.

Nome	Descrição	Responsabilidades
Bibliotecário	É o usuário que cadastra os livros no sistema e permite que o estudante solicite livros no sistema	<ul style="list-style-type: none"> - Inserir informações sobre os livros no sistema - Solicitar o empréstimo ou a devolução de um livro - Cadastrar estudantes no sistema
Estudante	É o usuário que está interessado em solicitar um livro na biblioteca	<ul style="list-style-type: none"> - Solicitar o empréstimo de um livro
Usuário	Generalização, dos atores, Bibliotecário e Estudante.	<ul style="list-style-type: none"> - Consultar livros

Figura 5 – Descrição dos usuários do sistema (fonte: Autor)

1.4.2 Principais Necessidades dos Usuários

A figura a seguir apresenta as necessidades dos usuários do sistema, a prioridade e quais são as soluções propostas para cada necessidade.

Necessidade	Prioridade	Soluções Propostas
Solicitar um livro (PB01)	Alta	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO solicitar ao robô um livro a partir da identificação do mesmo junto ao sistema
Devolver um livro (PB01)	Alta	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO devolver ao robô um livro a partir da identificação do mesmo junto ao sistema
Controlar as informações dos livros (PB02)	Alta	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO realizar o cadastro, alterar, ou remover livros junto ao sistema
Saber a disponibilidade de um livro (PB03)	Media	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO e ao ESTUDANTE realizar uma consulta da disponibilidade de um livro junto ao sistema
Controlar as informações dos estudantes (PB04)	Media	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO realizar cadastro, alterar, ou remover o ESTUDANTE junto ao sistema
Acompanhar aquisição dos livros (PB04)	Media	Permitir ao BIBLIOTECÁRIO manter a rastreabilidade de quem possui determinado livro emprestado

Figura 6 – Necessidades dos usuários do sistema (fonte: Autor)

1.5 Visão Geral do Produto

Essa seção fornece o detalhamento de como o sistema se relaciona com os outros componentes do produto.

1.5.1 Perspectiva do Produto

O sistema descrito neste documento faz parte do produto *Bibliotech*. Dessa forma, ele é um subsistema e interage com outros subsistemas, a fim de atingir o objetivo final do produto.

A função do portal é implementar uma interface entre o usuário e o *software* embarcado que realiza o controle das funções do robô. Para isso, ele fornece uma interface *web* que permite ao bibliotecário solicitar que determinadas ações sejam executadas pelo robô. Em última instância, estas solicitações provocam a emissão de uma série de comandos para o robô.

A forma em que o sistema *web* se comunica com o *software* embarcado é através de uma rede *wireless* local. A solicitação da realização de uma tarefa feita pelo usuário gera uma requisição ao *software* embarcado que envia um código específico que indica ao *software* o tipo de tarefa que o robô deve realizar. Desta forma, o *software* embarcado é capaz de determinar quais funções do robô devem ser acionadas.

Após o término da tarefa do robô, o *software* embarcado envia uma resposta ao sistema *web* indicando o status da tarefa. Por fim, o sistema *web* fornece um *feedback* para o usuário indicando o status da tarefa conforme os padrões de usabilidade adotados no projeto.

2 Documento de Arquitetura de *Software*

Esta seção possui como finalidade apresentar uma visão abrangente da arquitetura dos *softwares* desenvolvidos para o projeto *Bibliotech*. Para isso, serão fornecidas uma série de visões arquiteturais para ilustrar os diversos aspectos do sistema, seus componentes e a forma em que interagem entre si.

2.1 Representação Arquitetural

O projeto *Bibliotech* possui uma série de *softwares* que realizam diferentes funções para garantir o funcionamento do sistema. Cada um destes *softwares* apresenta sua própria arquitetura interna, mas também estão inseridos em uma infra-estrutura externa projetada pela equipe para viabilizar a comunicação entre os subsistemas de *software*.

Serão descritos os aspectos da infra-estrutura a qual os subsistemas estão inseridos e posteriormente detalhar aspectos relacionados à arquitetura interna de cada um.

Em primeiro lugar, será especificado quais *softwares* compõe o sistema:

1. **Portal da biblioteca:** O portal da biblioteca é uma aplicação *web* que permite aos bibliotecários gerenciarem os seus livros de forma facilitada. Ou seja, este subsistema implementa a digitalização do empréstimo, adição ao acervo e devolução de livros. O portal abstrai para o usuário todo o processo de gerência de armazenamento implementado logicamente por ele e fisicamente pelo robô. Ele define internamente a administração do uso das prateleiras, por exemplo, quais são as posições livres da prateleira e onde um determinado livro se encontra. Este portal será desenvolvido com o *framework web* Rails.
2. **Sistema Embarcado:** Este subsistema é embarcado em uma *Raspberry Pi* e implementa o controle do robô, ou seja, emite uma série de comandos que especificam ao robô as operações que devem ser executadas. As principais operações suportadas pelo robô são a movimentação horizontal e vertical (para acessar qualquer parte da estante) e a extração e reposição de um livro a uma posição da estante. Além disso, este subsistema se comunica com o portal da biblioteca para aceitar requisições que especificam a execução de uma função específica (por exemplo, armazenar um livro). Estas requisições disparam a emissão de uma série de comandos internos ao robô para que o mesmo cumpra a função solicitada. O sistema embarcado será desenvolvido em linguagem C.

A figura abaixo fornece uma descrição visual dos *softwares* que compõem o sistema e suas interações.

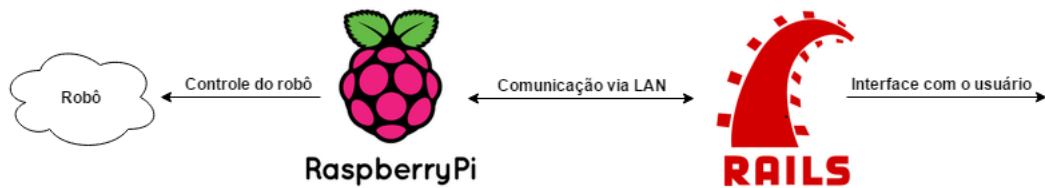


Figura 7 – Arquitetura do sistema (fonte: Autor)

O fluxo de execução do sistema pode ser resumido a seguir:

1. O bibliotecário interage com a interface *web* para realizar algum tipo de atividade administrativa (adicionar um livro ao acervo, devolução de livros, empréstimo, etc. . .). Cada uma dessas atividades administrativas exige um gerenciamento interno do sistema *web* para identificar o estado das estantes (quais posições estão sendo utilizadas, por exemplo) e dos livros (quais livros estão disponíveis e onde estão armazenados). Para isso, a aplicação *web* contará com uma base de dados que será responsável por armazenar estas informações. Por fim, o portal da biblioteca enviará requisições ao software sendo executado na *Raspberry Pi* informando algum tipo de ação a ser executada.
2. O servidor sendo executado na *Raspberry Pi* aceitará requisições do portal da biblioteca e mapeará uma requisição a uma série de comandos que especificam ao robô as ações que devem ser tomadas para cumprir a função solicitada.
3. As funções do robô são acionadas a partir do *software* embarcado na *Raspberry Pi* e após seu término, o servidor envia uma resposta ao portal da biblioteca notificando a conclusão da solicitação enviada.
4. O portal informa ao usuário que a função solicitada foi executada.

2.2 Metas e Restrições da Arquitetura

Existem algumas metas e restrições arquiteturais consideradas relevantes pela equipe de desenvolvimento, são elas:

1. A aplicação *web* será executada em uma rede local, pois não faz sentido a atribuição de um IP público se ela só será acessada pelos funcionários da biblioteca e se comunicará com o servidor da *Raspberry Pi* que também pertence à rede local.

2. O portal da biblioteca deve apresentar um sistema de identificação e autenticação que garanta que apenas funcionários autorizados possam acessá-lo com sucesso.
3. O servidor da *Raspberry Pi* deve aceitar requisições exclusivamente do portal da biblioteca.
4. A implantação do sistema em uma organização deve ser automatizada, para evitar a configuração manual de IPs para viabilizar a comunicação entre os subsistemas de *software*.

2.3 Visão Lógica

Esta seção se concentra em descrever detalhes arquiteturais internos de cada subsistema:

1. **Sistema *web*:** O sistema *web* será implementado utilizando o estilo arquitetural MVC (*Model*, *View*, *Controller*). Este padrão arquitetural determina a subdivisão do *software* em camadas com responsabilidades específicas:

Model: responsável por representar as entidades envolvidas no projeto e implementar a interface entre o sistema e a base de dados.

View: responsável por conter o código relacionada à camada visual da aplicação.

Controller: responsável por coordenar o fluxo de execução do sistema e atuar como a interface entre as camadas descritas anteriormente.

A aplicação *web* também será responsável por administrar o uso das estantes. Para isso, o projeto implementa um recurso de discretização das estantes. A discretização é possibilitada pela construção de cases de tamanho único que irão envolver os livros, dessa forma, o espaço ocupado por cada livro é determinístico e o *software* é capaz de interpretar a estante como uma matriz binária, onde cada posição da estante pode ser representada por um par ordenado. Este par ordenado será armazenado para identificar a posição exata de um determinado livro.

2. **Sistema Embarcado:** O sistema embarcado será dividido em dois módulos principais:

Servidor: responsável por aceitar requisições do sistema *web* e processá-las para identificar quais comandos devem ser enviados para o robô, além de enviar mensagens de resposta informando ao portal o estado da execução da tarefa solicitada.

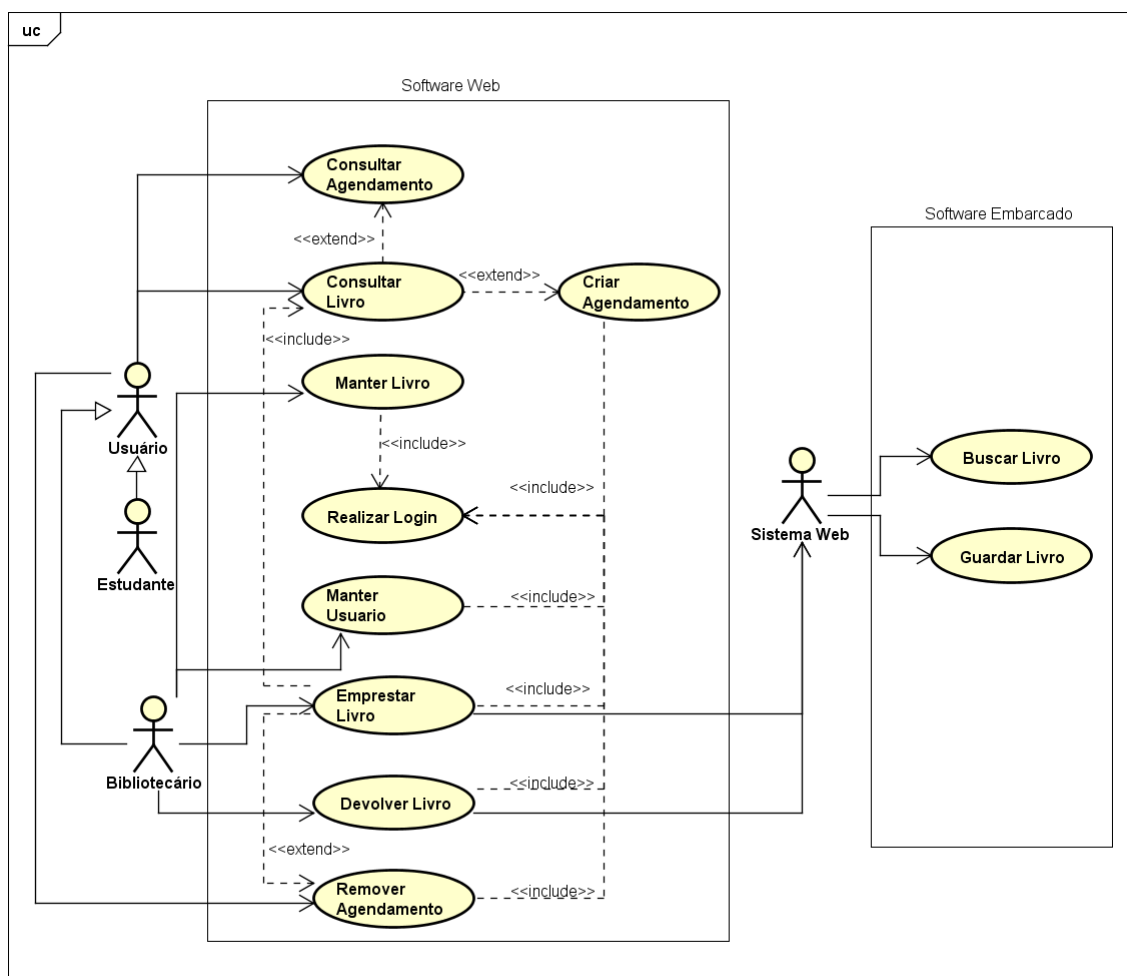
Controlador: responsável por enviar comandos para o robô para acionar suas funções. Cada função do robô está associada a um dispositivo externo, por exemplo, um motor de passo. Estes dispositivos são representados internamente por um

arquivo de dispositivo. A comunicação entre o *software* e os dispositivos periféricos será realizada através destes arquivos e da interface de programação unificada fornecida por sistemas Unix-like para manipulação de arquivos.

3 Modelo de Caso de Uso

Este documento apresenta o modelo de caso de uso, onde é desenvolvido um esquema e modelo básico das funções pretendidas do sistema e respectivamente os atuadores em seu ambiente.

3.1 Diagrama de Caso de Uso



powered by Astah

Figura 8 – Diagrama de Caso de Uso para o projeto de software *Bibliotech* (fonte: autor)

3.2 Descrição de Casos de Uso

3.2.1 Consultar Agendamento

Este caso de uso permite ao USUÁRIO consultar um agendamento realizado, e está consulta deve ser criada a partir do preenchimento de um formulário.

3.2.2 Consultar Livro

Este caso de uso permite ao USUÁRIO consultar a disponibilidade de um livro no sistema, e está consulta deve ser criada a partir do preenchimento de um formulário.

3.2.3 Criar Agendamento

Este caso de uso permite ao USUÁRIO criar um agendamento de solicitação de livro, e está consulta deve ser criada a partir do preenchimento de um formulário.

3.2.4 Manter Livro

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO cadastrar, alterar, remover e consultar informações de um livro no sistema.

3.2.5 Realizar Login

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO identificar-se para que eventuais permissões lhe sejam concedidas.

3.2.6 Manter Usuário

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO cadastrar, alterar, remover e consultar informações de um USUÁRIO.

3.2.7 Emprestar Livro

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO emprestar um livro a um USUÁRIO, e associar o empréstimo. Este empréstimo deve ser criado a partir do preenchimento de um formulário.

3.2.8 Devolver Livro

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO devolver um livro e finalizar o empréstimo realizado a um USUÁRIO.

3.2.9 Remover Agendamento

Este caso de uso permite ao BIBLIOTECÁRIO remover um agendamento de solicitação de livro, e esta consulta deve ser criada a partir do preenchimento de um formulário.

3.2.10 Buscar Livro

Este caso de uso permite ao SISTEMA *WEB* solicitar ao robô a busca física de um livro em seu respectivo endereço físico.

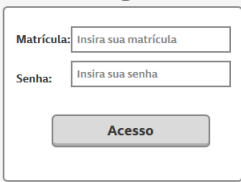
3.2.11 Guardar Livro

Este caso de uso permite ao SISTEMA *WEB* solicitar ao robô devolução física de um livro em seu respectivo endereço físico.

4 Protótipos

Para facilitar a visão de como será o produto de software, a equipe desenvolveu alguns protótipos. Os protótipos permitem que os stakeholders interajam com o produto, assim eles podem ter uma noção de o produto será, e como utilizar o produto [X].

A maioria das funcionalidades necessita que o usuário esteja logado. A imagem X mostra o protótipo da tela de login:



Login

Matrícula:

Senha:

Figura 9 – Tela de Login da Aplicação Web (fonte: Autor)

Após ter realizado o login, o bibliotecário consegue visualizar um menu com as opções disponíveis. A imagem X apresenta esse menu:



Bibliotech

- Empréstimo
- Devolução
- Cadastrar Livro
- Buscar Livro
- Cadastrar Estudante

Figura 10 – Tela inicial do bibliotecário (fonte: Autor)

Dado o contexto de uma biblioteca, é interessante que seja realizado o cadastro de estudantes no sistema. Assim, o nosso sistema deve permitir que o bibliotecário cadastre esses alunos. A imagem X mostra o protótipo do cadastro de estudantes:

O protótipo da tela de Cadastro de Estudante do sistema Bibliotech apresenta uma barra superior com o nome do sistema. À esquerda, há um menu vertical com opções: Empréstimo, Devolução, Cadastrar Livro, Buscar Livro e Cadastrar Estudante. O formulário principal, intitulado 'Cadastro de Estudante', contém um ícone de seta para voltar, três campos de entrada para 'Nome do estudante', 'Matrícula do estudante' e 'Senha de Acesso', e um botão 'Confirmar cadastro'.

Figura 11 – Tela de Cadastro de estudantes (fonte: Autor)

Também é interessante permitir ao bibliotecário o cadastro de livros e a edição de livros. No momento do cadastro, o sistema verifica uma posição disponível e aloca esse livro a uma posição. A imagem **X** apresenta as telas do cadastro/edição de livros:

O protótipo da tela de Cadastro de Livros do sistema Bibliotech possui a mesma barra superior e menu lateral da Figura 11. O formulário principal, intitulado 'Cadastro de Livros', contém campos para: 1º Autor, 2º Autor, 3º Autor, Título, Subtítulo, Editora, Ano, Local, Edição, Volume, Páginas, ISBN e Código de Barras. No rodapé do formulário, há dois botões: 'Cadastrar' e 'Cancelar'.

Figura 12 – Tela de cadastro/edição de livros (fonte: Autor)

O sistema deverá permitir que tanto o estudante quanto o bibliotecário pesquisem livros, para realizarem eventuais consultas. A imagem **X** mostra a tela de pesquisa:

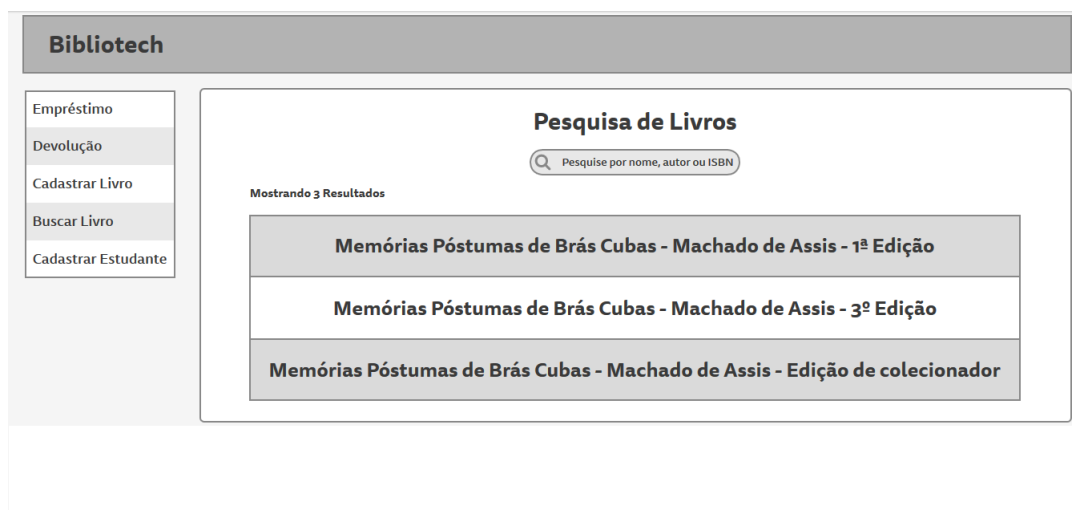


Figura 13 – Tela de pesquisa de livros (fonte: Autor)

Após a pesquisa, o estudante ou o bibliotecário irá escolher um dos livros e realizar a consulta. Para o estudante, é informado o status do livro e uma mensagem. Caso o livro não esteja disponível, é mostrada a opção de agendar livro. A imagem **X** e **X** mostra a tela de consulta do estudante e a imagem **X**, mostra a tela de agendamento:

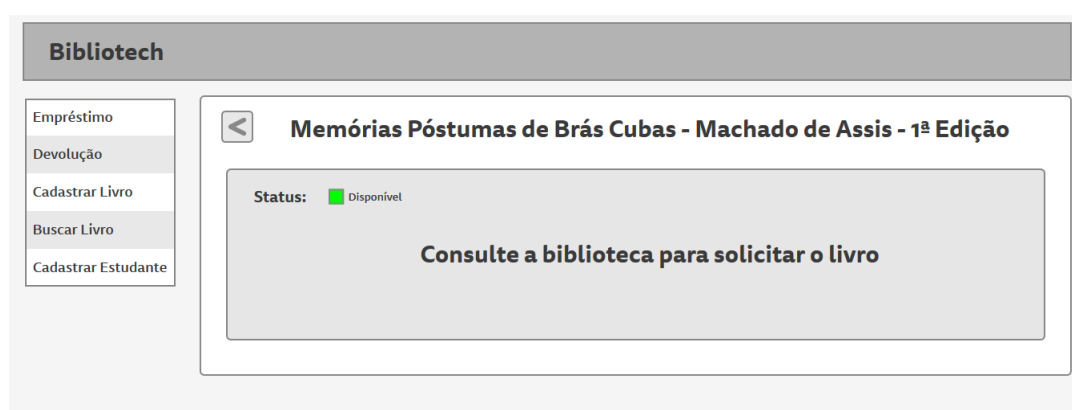


Figura 14 – Tela de consulta de livro do estudante (fonte: Autor)

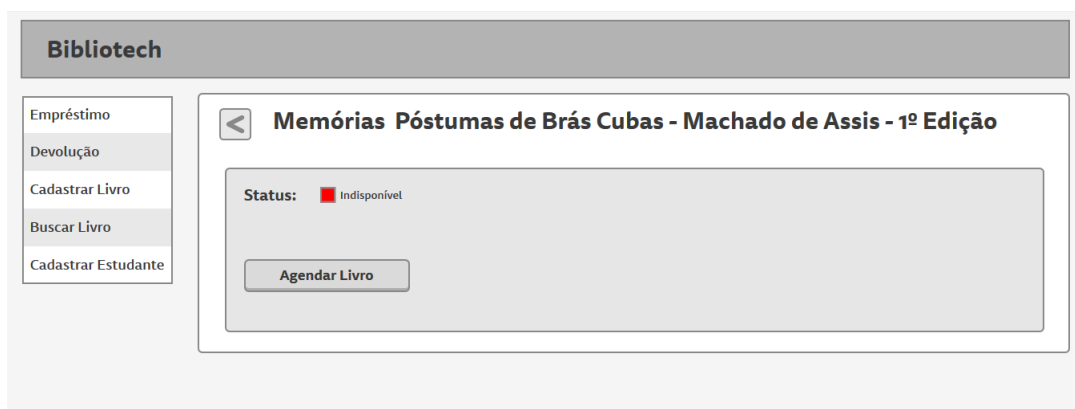


Figura 15 – Tela de consulta de livro do estudante (fonte: Autor)

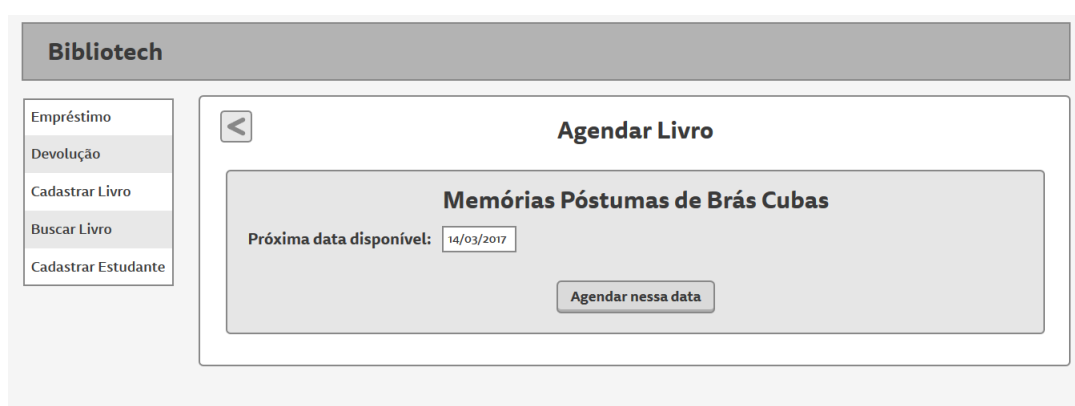


Figura 16 – Tela de consulta de livro do estudante (fonte: Autor)

Na consulta, para o bibliotecário, é informado o estado do livro e um botão para iniciar o empréstimo. A imagem **X** mostra a tela de consulta do bibliotecário:

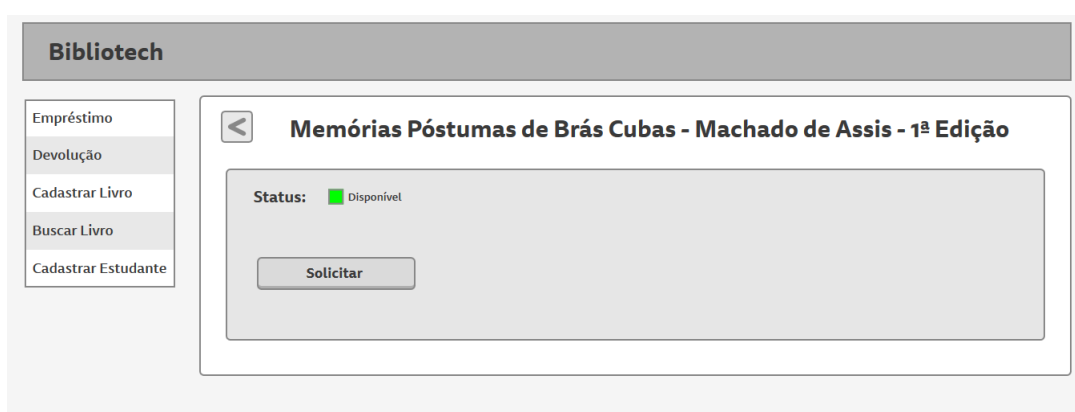


Figura 17 – Tela de consulta livro bibliotecário (fonte: Autor)

Após a solicitação do livro, o robô trará o livro para o bibliotecário e ele inserirá as informações do estudante, confirmando o empréstimo. A imagem **X** mostra a tela de empréstimo:

O protótipo da tela de empréstimo, intitulada "Bibliotech", apresenta uma barra lateral com os seguintes itens: "Empréstimo", "Devolução", "Cadastrar Livro", "Buscar Livro" e "Cadastrar Estudante". O conteúdo principal, sob o título "Empréstimo", contém uma seta de navegação para trás e o nome do livro "Memórias Póstumas de Brás Cubas". O status é indicado como "Disponível" com um ícone verde. Há campos de entrada para "Nome do estudante:", "Matrícula do estudante:" e "Data devolução:". Um botão "Confirmar empréstimo" está localizado na base da seção.

Figura 18 – Tela de empréstimo de livros (fonte: Autor)

Quando o aluno for devolver o livro, o bibliotecário irá inserir o código de barras do livro, o sistema carregará as informações relativas ao livro, e o bibliotecário escolherá a opção de confirmar a devolução. A imagem **X** apresenta a tela de devolução do livro:

O protótipo da tela de devolução, também no sistema "Bibliotech", mantém a mesma barra lateral. O conteúdo principal, sob o título "Devolução", possui uma seta de navegação para trás e um campo "Insira o código de barras:" com o valor "11110010101". Abaixo, um box exibe as seguintes informações: "Livro: Memórias Póstumas de Brás Cubas", "Matrícula do aluno: 10/0012220" e "Data limite de devolução: 03/04/2017". Um botão "Confirmar devolução" está na base.

Figura 19 – Tela de devolução de livros (fonte: Autor)

5 Gerenciamento dos Riscos

O plano de riscos é a área que visa aumentar as taxas de sucesso de um projeto, visto que este é responsável pela gerência dos riscos identificados, apontando seus impactos e como mitigá-los ([pmbok2004]).

Riscos são eventos ou condições que se ocorrerem podem afetar o projeto positivo ou negativamente, afetando características do projeto como escopo, tempo, custo, qualidade entre outros. Devido aos impactos prejudiciais que os riscos podem gerar quanto oportunidades, surge a necessidade de gerenciar os mesmo, para que a resposta a esses eventos sejam de forma planejada e eficiente, a fim de garantir o sucesso do projeto.

Devido a natureza dos riscos e seus impactos sobre o projeto, estes precisam ser analisados depois de identificados. Para isso, foram definidos três atributos para os riscos: Probabilidade, impacto e interesse.

A chance está relacionado com a probabilidade do risco acontecer. É definida em três níveis: Baixa, Média e Alta probabilidade de acontecer.

O impacto está relacionado ao quanto este risco irá afetar o projeto, principalmente com relação a questões de escopo, tempo, custo e sucesso do projeto. O impacto é definido em três níveis: Baixo, Médio e Alto impacto no projeto.

O interesse é o produto de uma relação dos outros dois, onde baseado nas chances de acontecer e no impacto do risco será estipulado um interesse da organização com esse risco. Também é definido em três níveis: Baixo, Médio e Alto interesse no risco, de acordo com a matriz seguinte:

<i>Chance/ Impacto</i>	Baixa	Médio	Alta
Baixo	Baixo	Baixo	Médio
Médio	Baixo	Médio	Alto
Alto	Médio	Alto	Alto

Figura 20 – Matriz de interesses do risco (fonte: Autor)

Deve-se notar que dado a natureza do projeto e seus integrantes, essas chances serão estimadas baseadas em experiência dos integrantes, com um menor rigor metodológico que poderia ser exigido para essas estimações.

O projeto proposto utiliza a estratégia descrita na metodologia utilizada [pmbok2004] para a construção do plano de riscos. Os riscos identificados foram descritos na tabela abaixo

ID	RISCO	CONSEQUÊNCIA	CHANCE	IMPACTO
R01	Mau dimensionamento dos motores	Torque insuficiente para as ações necessárias	Médio	Alto
R02	Mau dimensionamento do sistema de alimentação dos componentes eletrônicos	Faltas nos componentes do circuito	Médio	Médio
R03	Configuração errônea do sistema de comando	Falhas de operação do sistema	Médio	Alto
R04	Mau dimensionamento do sistema de proteção	Curto circuito geral	Médio	Alto
R05	Dano nos equipamentos eletrônicos	Atraso e aumento do custo do projeto	Médio	Alto
R06	Indisponibilidade de serviços de infraestrutura	Impacto na experiência do usuário	Médio	Médio
R07	Demora na entrega dos componentes dos sistemas	Atraso no projeto	Baixo	Alto
R08	Propriedades e dimensões diferentes das anunciadas (caso de compra pela internet)	Atraso e/ou aumento do custo do projeto	Baixo	Médio
R09	Montagem mal executada da estrutura	Falhas na operação dos sistemas	Médio	Alto

Figura 21 – Riscos do Projeto (fonte: Autor)

Utilizando a matriz de Chance X Impacto, nós podemos definir o interesse da equipe naquele risco e também listar a ação de mitigação para aquele risco.

RISCO	INTERESSE	AÇÃO
R01	Alto	Revisar o dimensionamento com auxílio de alguém com mais experiência
R02	Médio	Revisar o dimensionamento com auxílio de alguém com mais experiência
R03	Alto	Antecipar a instalação dos componentes mitigando os imprevistos
R04	Alto	Revisar o dimensionamento com auxílio de alguém com mais experiência
R05	Alto	Recolher mais recursos e encomendar novos equipamentos no prazo de 24h
R06	Médio	Escolher e implantar serviços similares, usando-os em caso de indisponibilidade. Além de realizar testes de desempenho
R07	Médio	Antecipar o pedido dos componentes
R08	Baixo	Reajuste da peça a fim de se adequar ao ideal
R09	Alto	Realizar a montagem com auxílio de alguém com mais experiência

Figura 22 – Interesse e Mitigação dos riscos (fonte: Autor)

6 Gerenciamento da Comunicação e Versões de Artefatos

6.1 Ferramentas de Comunicação

Objetivando facilitar a troca de informações entre os membros da equipe do projeto, foram escolhidas algumas ferramentas para auxílio de comunicação e controle de artefatos e anexos do projeto.

Tendo em vista a importância e relevância de uma boa comunicação e gestão de artefatos em projetos interdisciplinares, foram selecionados mecanismos gratuitos para garantir que todos os membros do projeto tivessem acesso livre de forma espontânea.

A seguir estão apresentadas as ferramentas de comunicação e gestão adotadas e seus propósitos:

Ferramenta	Propósito
hline Facebook	Espaço escolhido para se disponibilizar links, arquivos, discussões sobre a org Comunicação básica e planejamento de re Reuniões não presenciais Compartilhamento e Edição de Arqui
hline WhatsApp	
hline Hangouts	
hline Google Drive	
hline	

6.2 Reuniões

Além das ferramentas apresentadas, foram definidas reuniões fixas e presenciais para facilitar a comunicação e execução de atividades do projeto, nos seguintes dias e horários:

Quarta-Feira: 16h às 18h Sexta-Feira: 14h Às 18h

Além disso, algumas reuniões extras poderão ser realizadas caso a equipe considere necessário. Contudo, essas reuniões devem ser agendadas de forma democrática com, no mínimo, 2 dias de antecedência, pretendendo a maior presença dos membros do equipe e/ou membros que se façam necessários.

7 Solução Proposta

A proposta deste projeto envolve a integração dos cinco cursos de engenharia que são lecionados no campus UnB - Gama, com o intuito de resolver os problemas apresentados acima. A proposta inicial de solução se baseia no desenvolvimento de uma biblioteca automatizada, com capacidade de receber um comando do usuário de requerimento do livro, recolher o livro da estante e entregá-lo em cima de uma plataforma, onde o usuário irá poder pegá-lo. Além disso o robô será capaz de fazer o processo contrário, recolher o livro da plataforma e guardá-lo na estante, atualizando o sistema em tempo real.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o detalhamento das soluções propostas dos sub-sistemas da *Bibliotech*.

7.1 Requisitos do Sistema

A construção do sistema *Bibliotech* visa atender os seguintes requisitos:

Requisitos Gerais	Requisitos Específicos
Pegar o Livro na Prateleira	Movimentação nos Três Eixos
	Consultar a Posição do Livro
	Receber Requisição do Usuário
	Pegar o Livro
	Entregar o Livro na Mesa.
	Receber a Confirmação Que o Livro Foi Pegado
Devolver o Livro na Prateleira	Pegar o Case Vazio Mais Próximo
	Entregar o Case na Mesa.
	Receber a Informação do Usuário e Fazer a Análise
	Guardar a Case.
	Atualizar Registro.

Figura 23 – Requisitos do Produto

8 Gerenciamento do Projeto

O gerenciamento deste projeto é realizado tendo como modelo de referência o PMBOK, que é um guia com um conjunto de práticas de gestão de projetos organizados pelo instituto PMI [pmbok2004].

Dentre os 9 planos previstos no PMBOK, para o processo em questão foram adotados os de Comunicação, Riscos e Custo, devido ao entendimento da equipe de que estes agregam maior valor a gerência do projeto, e que serão detalhados nos capítulos seguintes.

Além dos planos do PMBOK, o trabalho também foi estruturado de acordo com as responsabilidades das subáreas, foi desenvolvido uma EAP (Estrutura Analítica do Projeto) para gestão do escopo, e foi elaborado um cronograma do mesmo, que são detalhados nos sub-tópicos a seguir.

8.1 Responsabilidades

Visando o melhor gerenciamento do projeto, a equipe do projeto foi dividida em 4 subáreas. As subáreas definidas foram:

Tabela 1 – Subáreas do projeto

Subárea	Função
Eletrônica	Desenvolver o Sistema de controle e comunicação juntamente com os integradores
Energia	Alimentar o Sistema, realizar o dimensionamento dos motores, desenvolver um sistema de energia
Estruturas	Construir a estrutura do robô, bem como a estrutura de suporte
Software	Definir e implantar o sistema de interface com o usuário e os sistemas

No projeto foram definidos líderes com o intuito de se ter membros responsáveis por acompanhar, cobrar os prazos do projeto, comunicar aos professores eventualidades, modificações no produto e dúvidas que surgirem durante os processos, além de facilitar o andamento do projeto, intermediando as comunicações entre as subáreas. A tabela x apresenta os líderes do projeto:

Tabela 2 – Subáreas do projeto

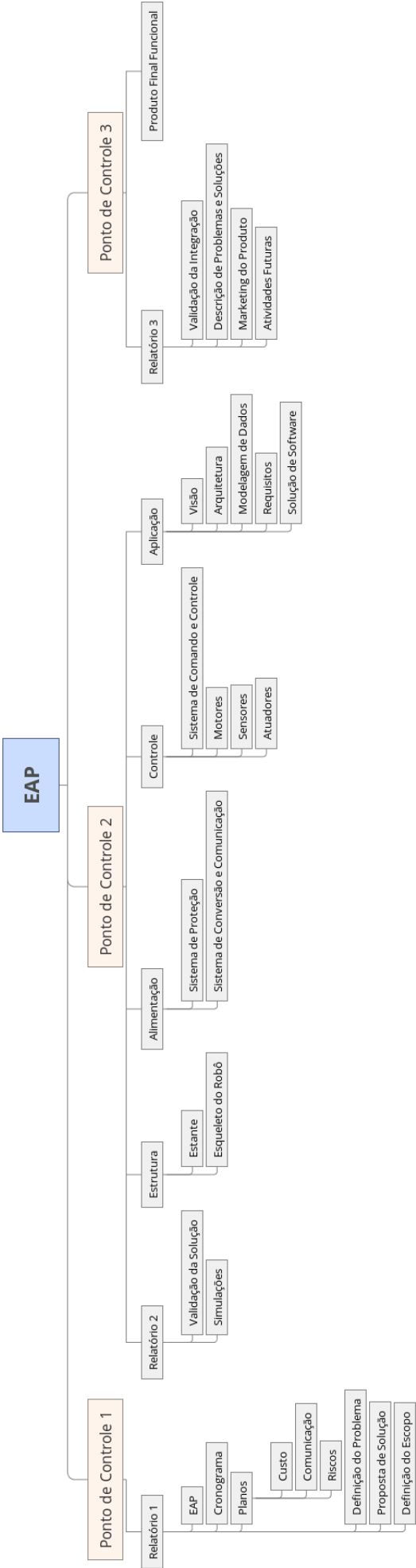
Área	Nome
Gerente Geral	Filippe H. Leal
Gerente de Eletrônica	Everton K. M. Nunes
Gerente de Energia	Fábio B. Bornazzi
Gerente de Estruturas	Victor Almeida
Gerente de Software	Karine S. Valença

8.2 Estrutura Analítica do Projeto EAP

A EAP, ou Estrutura Analítica do Projeto, é um artefato gráfico que representa a estrutura do projeto por meio de uma visão de entregáveis do produto, isto é, os subprodutos entregáveis necessários para a construção do projeto como um todo.

Esta estrutura é importante, pois ela pode ser dividida em fases com cada entregável em sua respectiva fase, o que auxilia na construção correta do Cronograma do projeto, visto que nele deverá conter as atividades necessárias para a construção dos entregáveis da EAP.

Abaixo está ilustrado a EAP da Bibliotech:



8.3 Cronograma

O Cronograma é o artefato responsável por registrar quais atividades deverão ser executadas em qual período de tempo. Através dele é possível perceber identificar atrasos no projeto.

Além disso no Cronograma também é designado o responsável pela atividade, que pode ser uma pessoa ou um grupo, caso haja a necessidade da visão colaborativa de outros membros

9 Metodologia

O processo referente ao desenvolvimento do projeto Bibliotech terá como auxílio o Project Management Body of Knowledge (PMBOK), no que diz respeito à padronização na identificação e formação dos conceitos dos processos, será utilizado também na definição das áreas de conhecimento, ferramentas e técnicas presentes neste trabalho [pmbok2004]

O fluxograma mostrado na figura abaixo apresenta como o projeto será implementado ao longo do semestre:

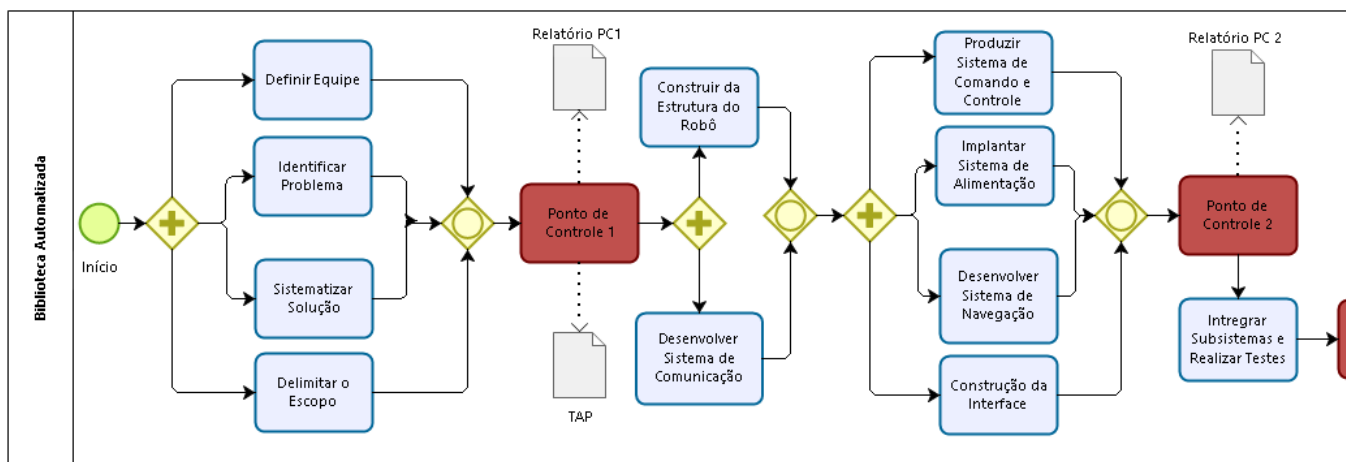


Figura 25 – Problema 02 (fonte: Autor)

Pode-se observar que o projeto será dividido em três pontos de controle que serão avaliados pelos professores da disciplina. No que tange o início do projeto deve-se realizar as seguintes tarefas descritas abaixo:

- **Definir a Equipe:** Esta etapa consiste na organização dos membros do projeto, tais como identificar os responsáveis por cada subsistema e delimitar os integrantes que irão trabalhar em conjunto para desenvolvê-los. Além da definição da política de comunicação do grupo, da metodologia de gerenciamento e como ocorrerão os encontros.
- **Identificar Problema:** Serão definidas as adversidades e obstáculos existentes em alguma situação, no caso uma biblioteca, para que se possa desenvolver um produto que apresente uma solução adequada para as contrariedades encontradas. Devem-se identificar também possíveis problemas que podem surgir no decorrer da criação do produto.

- **Sistematizar Solução:** Após a identificação do problema, serão apresentadas possíveis soluções, no presente projeto a biblioteca automatizada, bem como as resoluções dos problemas relacionados a cada subsistema que constituem este produto. Delimitar Escopo: Esta fase é constituída da definição dos objetivos e requisitos que o projeto deve cumprir.

Ao final dessas atividades para o Ponto de Controle 1 (PC1) deve-se apresentar toda a organização da equipe, metodologia de trabalho, o escopo bem definido, a solução planejada, de forma detalhada, e o plano de riscos do projeto. Após o cumprimento das atividades que compõem o Ponto de Controle 1 (PC1), dar-se-á início aos procedimentos para o Ponto de Controle 2(PC2), a seguir estão apresentadas as descrições das atividades:

- **Construir a Estrutura do Robô e da Estante:** No decorrer desta etapa está prevista a construção da estante, bem como a fabricação do mecanismo estrutural que será embutido nela. Deve-se, juntamente com a construção do robô, implementar como será feito o sistema de locomoção deste. Dado isso se pode dar início aos testes de resposta do robô aos comandos enviados pela raspberry.
- **Desenvolver Sistema de Comunicação:** Implantação de um micro controlador para garantir que os parâmetros de tensão e corrente que serão fornecidos aos componentes do sistema estejam corretos.
- **Produzir Sistema de Comando e Controle:** Nesta etapa será a integração da rede de comunicação entre a raspberry e o arduino, viabilizando o envio e recebimento de informações de ambos os componentes.
- **Implantar Sistema de Alimentação:** A alimentação do equipamento será feita pela própria rede do local, logo esta etapa consiste na construção de um sistema de proteção, caso haja interrupção de fornecimento de energia, assim como o sistema de conversão.
- **Construção da Interface:** Fase de implementação do sistema de comunicação entre o usuário e o computador que enviará os comandos para o robô.

No Ponto de Controle 2 deve-se apresentar os subsistemas funcionando separadamente possibilitando o início das tarefas que constituem o Ponto de Controle 3, onde começarão os testes de integração dos subsistemas objetivando a entrega do produto final.

10 Plano de Gerenciamento de Custos

Neste plano encontram-se dados de planejamento do custo da Biblioteca Automatizada, contendo a definição do escopo de custo do projeto, e suas respectivas estimativas.

Tem por finalidade estimar o custo total do projeto para que medidas de restrição financeira possam ser previamente controladas no escopo do projeto e no prazo que conseqüentemente é um precursor do custo. Por fim, tem como objetivo de fundamentar o controle de custos do projeto que trará o custo total real do projeto.

Para contabilizar os custos de desenvolvimento da Biblioteca Autônoma definimos que as seguintes categorias tem relevância na contabilidade: Custo de estrutura, de controle e da alimentação energética do sistema. Esses devem ser preenchidos em primeiro momento como estimativas de custos, mas os valores reais podem vir a divergir durante o projeto.

10.1 Estimativa de Custos

10.2 Arrecadação de Verbas

Para adquirir a verba necessária para custear o projeto, foi decidido que todo o valor será dividido igualmente entre os membros. Sempre que for necessário adquirir um dos itens acima, será avisado nos meios de comunicações listado no Plano de Comunicação para que assim os membros tragam a quantia necessária na reunião seguinte para realizar a aquisição dos materiais.

Tabela 3 – My caption

Estrutura			
Material	Quantidade	Preço Total	Fornecedor
Estante	1	R\$ 250	-
Perfil Estrutural	5m	R\$ 100	QDTEK
Cremalheira (nylon)	2m	R\$ 162	Tekkno Mecatronica
Fuso	1,6	R\$ 288	Tekko Mecatronica
Engrenagem	1	R\$ 200	Tekko Mecatronica
Controle			
Material	Quantidade	Preço Total	Fornecedor
RAPBERRY PI 3	1	R\$ 250	Baú da Eletrônica
Arduino MEGA 2560	1	R\$ 35	FlipeFlop
Leitor de Código de Barras	1	R\$ 150	Automatizado
Eletrôimã	1	R\$ 150	Mercado Livre
Transformador	1	R\$ 65	FlipeFlop
Atuador Linear	1	R\$ 430	Mercado Livre
Energia			
Material	Quantidade	Preço Total	Fornecedor
Botão NA	1	R\$ 5,00	Siemens
Botão NF	1	R\$ 5,00	Siemens
Motor de Passo	2	R\$ 600,00	Tekkno Mecatronica
Transformador	1	R\$ 100,00	Mercado Livre
Componentes eletrônicos do conversor	10	R\$ 15,00	Mercado Livre
Aplicação Web			
Material	Quantidade	Preço Total	Fornecedor
Servidor	1	R\$ 65,00	Google Cloud Platform
Domínio	1	R\$ 6,99	GoDaddy

11 Alimentação

O fato do projeto em questão não ser autônomo implica diretamente na escolha da fonte energética do sistema. Tendo isso em mente, o abastecimento será através da rede de energia elétrica local. Porém, visto que a rede sofre interferências externas resultando em falhas, uma proposta de aconselhável para contornar tal problema é a construção de um sistema de proteção. Desta forma, o sistema de alimentação será então composto por um quadro de energia, este contendo todos os equipamentos necessários para a proteção dos componentes, um transformador abaixador, tendo em vista que os componentes eletrônicos trabalham com faixa máxima de tensão de 12V e um conversor CA/CC, conforme o fluxograma da figura abaixo:

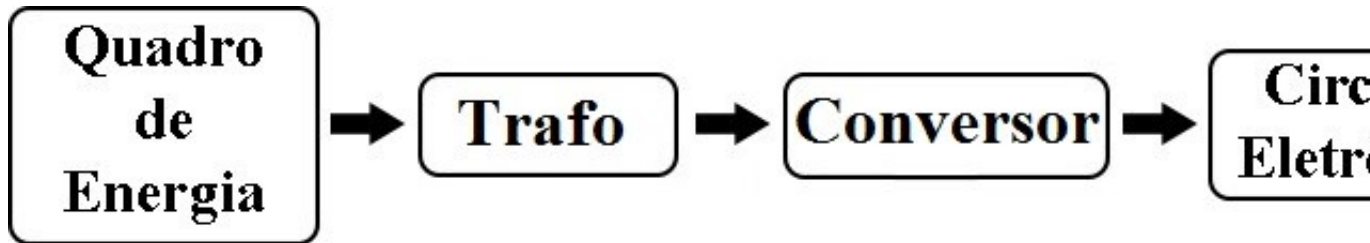


Figura 26 – fluxograma esquemático da alimentação

Os componentes a serem instalados no quadro de proteção são Botão NA, botão NF, Cabo 4mm, Conectores e Fusível.

11.1 Motor

A movimentação do robô nos eixos X e Z (considerando Y como profundidade) dependerá de motores, a qual o dimensionamento pode ser encontrado abaixo.

No eixo Z será utilizado um fuso, e a escolha do motor pode ser realizada com base na tabela abaixo:

dimensões normalmente não variáveis							valores decrescentes proporcionais			valores crescentes proporcionais			
rosca trapezoidal	comprimento padrão da porca	número de filetes presos à porca	superfície de contato de um filete	superfície de contato em todo o perfil da porca	superfície de contato linear de um filete em toda a porca	η eficiência (f=0,10) com boa lubrificação	calculado sobre a superfície de contato linear de um filete MÁXIMA para o número de rotações/min com base em 15m/min	VELOCIDADE DE CONTATO	max carga a ser levantada a uma velocidade máxima ("L" parafuso max 100 vezes d)	pressão média distribuída nos filetes da rosca	pressão sobre a primeira rosca (1/3 de toda a carga)	torque necessário para o levantamento (fator de serviço FS 2,5)	
TR x Ø x PITCH	mm	n.	mm²	mm²	mm	-	RPM	mm (linear) por min.	metros por minuto	Kg	Kg/mm²	Kg/mm²	Nm
TR 10x2	20	10	28,3	283	28,3	0,40	983	1.766	25	30	0,11	0,36	0,60
TR 10x3	20	6,7	40	268	26,7	0,51	936	2.808	25	40	0,15	0,34	0,95
TR 12x3	22	7,3	49,5	361	33	0,46	757	2.271	25	51	0,15	0,35	1,33
TR 14x3	25	8,3	58,9	489	39,2	0,42	637	1.911	25	63	0,13	0,36	1,80
TR 14x4	25	6,3	75,4	475	37,7	0,50	663	2.652	25	76	0,16	0,34	2,43
TR 16x4	30	7,5	88	660	44	0,46	568	2.272	25	91	0,14	0,35	3,15
TR 18x4	35	8,7	100,4	873	50,2	0,43	498	1.992	25	107	0,13	0,36	3,98
TR 20x4	40	10	113	1.130	56,5	0,40	442	1.768	25	122	0,11	0,36	4,83
TR 22x5	40	8	153	1.224	61,2	0,44	408	2.040	25	162	0,14	0,36	7,40
TR 24x5	45	9	168	1.512	67,5	0,41	370	1.850	25	181	0,12	0,36	8,73
TR 25x5	45	9	177	1.593	70,7	0,40	353	1.765	25	190	0,12	0,36	9,40
TR 26x5	45	9	185	1.665	73,8	0,39	338	1.690	25	200	0,13	0,37	10,15
TR 28x5	50	10	200	2.000	80	0,37	312	1.560	25	219	0,11	0,37	11,68
TR 30x6	50	8,3	255	2.116	84,8	0,40	295	1.770	25	274	0,13	0,36	16,25
TR 32x6	50	8,3	273	2.266	91	0,39	275	1.650	25	297	0,14	0,37	18,38
TR 35x6	60	10	300	3.000	100	0,36	250	1.500	25	331	0,12	0,37	21,78
TR 36x6	60	10	312	3.120	104	0,36	240	1.440	25	343	0,11	0,37	23,00
TR 40x7	65	9,3	403	3.748	115	0,37	217	1.519	25	440	0,12	0,37	33,28
TR 45x8	80	10	516	5.160	129	0,37	194	1.552	25	564	0,11	0,37	48,20
TR 46x8	80	10	528	5.280	132	0,37	190	1.520	25	579	0,11	0,37	50,25
TR 50x8	80	10	580	5.800	145	0,35	172	1.376	25	640	0,12	0,37	58,83
TR 55x9	95	10,6	714	7.568	159	0,35	157	1.413	25	788	0,11	0,37	80,20
TR 60x9	95	10,6	784	8.310	175	0,33	143	1.287	25	874	0,11	0,37	94,60
TR 65x10	95	9,5	940	8.930	188	0,34	133	1.330	25	1.048	0,12	0,37	123,78
TR 70x10	120	12	1.020	12.240	204	0,32	123	1.230	25	1.143	0,10	0,37	142,38
TR 75x10	120	12	1.100	13.200	220	0,30	114	1.140	25	1.218	0,10	0,37	159,60
TR 80x10	120	12	1.175	14.100	235	0,29	106	1.060	25	1.333	0,10	0,38	183,28
TR 90x12	150	12,5	1.584	19.800	264	0,30	95	1.140	25	1.782	0,10	0,38	273,12
TR 100x12	150	12,5	22.125	22.125	295	0,28	85	1.020	25	2.011	0,10	0,38	335,82

Figura 27 – Tabela dos dados do fuso fornecido pela estrutura

Já no eixo X, o dimensionamento do motor é feito com base nos seguintes cálculos:

$$F_{hr} = m * (g * \mu + a)$$

Figura 28 –

$$F_{hr} = 15 * (9,8 * 0,12 + 1)$$

Figura 29 –

O coeficiente de atrito estático foi determinado como sendo 0,12, devido ao contato aço – aço. A aceleração da gravidade máxima fixada para o sistema será de $9,8\text{m/s}^2$. A massa total da estrutura da biblioteca será aproximadamente 15Kg

$$\tau = 32,64\text{ N} * r_b$$

Figura 30 –

O raio da base de movimento equivale a 0,1m. Portanto:

$$\tau = 3,264 \text{ N.m}$$

Figura 31 –

A velocidade estipulada pelo escopo da carga é de 0,05 m/s. Sendo assim, têm-se que a rotação do motor dimensionado será de:

$$RPS = \frac{v_{carga}}{\omega}$$

Figura 32 –

Por fim, $RPS=0,08$

$$P_{mec} = \tau * RPS$$

Figura 33 –

Finalizando, podemos obter a potência mecânica do sistema:

$$P_{mec} = \tau * RPS$$

Figura 34 –

A escolha de um motor com torque aproximado à 32,64Kgf.cm por valores superiores é aconselhável, desta forma, o motor NEMA 23 com caixa de redução foi escolhido.



Figura 35 –

Torque	50 kgf.cm
Holding Torque	10 kgf.cm
Corrente	3 A/fase
Tensão	2.4 V/fase
Resistência	70 ohm/fase
Indutância	2 mh/fase

Figura 36 –

12 Estrutura

12.1 Conceito

O robô será usado em bibliotecas para manipular os livros, assim precisa ser rápido, preciso e durável o suficiente para gerar real benefício. Para isso, será necessário uma estrutura que suporte as forças geradas pelo peso da payload e pela movimentação, sem danos ao robô ou aos livros.

Devido à aplicação e à forma de armazenamento dos livros, serão necessários três movimentos de translação: um paralelo ao comprimento da estante (Que chamaremos de eixo “x”), um normal ao plano da estante (eixo “y”) e um paralelo à altura da estante (eixo “z”). Para movimentos de translação movidos por motores giratórios, tivemos as seguintes opções:

12.1.1 Correntes, Correias e Cabos

Correntes são muito úteis para a transmissão de várias distâncias, além de muito baratas. Mas por não ser rígida, acaba por não apoiar a movimentação do robô, deixando-o instável. Por conta dessa instabilidade complexa de se tratar, essa opção foi descartada para o uso no projeto.

12.1.2 Cremalheiras

As cremalheiras são muito usadas em maquinário pesado. São rápidas, com precisão mediana e versáteis: podem ser usadas para movimentos horizontais e verticais. Contudo, movimentos verticais demandam uma estrutura bem mais robusta que aumentaria muito o peso do robô. Sendo assim, essa opção será usada no deslocamento em X, pois nas bibliotecas esse será o maior deslocamento, demandando assim, maior velocidade.

12.1.3 Fusos

Fusos são muito utilizados desde CNC's a Portões eletrônicos de garagem. São altamente precisos e resistentes, além de possuírem montagem e manutenção simples. Contudo, seu movimento é dependente do passo, o que pode colocar em cheque sua precisão ou o tempo de operação. Como a precisão vertical é a mais permissiva de erros em nosso projeto, optamos por essa solução para o deslocamento em Z, uma vez que o fuso pode ser empregado com um passo grande o suficiente para manter uma velocidade aceitável.

12.1.4 Atuadores Lineares

Atuadores lineares podem ser usados apenas para pequenas distâncias, contudo são extremamente simples e compactos para pequenos movimentos que não requerem precisão. Assim, estes compõem a escolha para movimentos no eixo Y, que simplesmente servirão para trazer o ímã próximo o suficiente do livro para pegá-lo e então de volta para o apoio para o transporte da payload. Devido à pequena amplitude dos movimentos em Y, um atuador linear se torna uma boa opção para esse movimento.

12.2 Materiais

Como é um robô de dimensões relativamente grandes - aproximadamente do tamanho de uma pessoa, mas com leves solicitações, é interessante que seja feito com materiais leves e de baixo custo para que o tamanho da estrutura não traga muito mais esforços adicionais nem encarecer o projeto e construção do protótipo. Como cada parte sofre esforços e tem funções distintas, as escolhas de materiais para cada parte será:

12.2.1 Cases

Os compartimentos onde os livros ficam guardados podem ser construídos em madeira, polímero ou metal. No caso de material não-magnético será necessário a aplicação de uma placa de ferro ou aço para que o eletroímã do atuador possa pegar o case com o livro. Visto que não há solicitações estruturais maiores que 2 kgf nos cases, decidimos pelo uso de madeira devido ao baixo peso, custo e facilidade de construção.

12.2.2 Pórtico

O pórtico será feito com barras de alumínio 6063 estrutural de perfil 20x20 devido ao custo de aquisição e facilidade de montagem. O pórtico pode ser montado utilizando parafusos ou soldas, optamos por parafusos devido à praticidade e simplicidade desse método.

12.2.3 Fuso

Fusos podem ser feitos de Alumínio ou aço. Fusos de Alumínio são recomendados para baixas cargas e velocidades. O fuso será feito de aço porque é o material mais comum dos modelos disponíveis no mercado. A fabricação de um fuso é um processo de difícil execução, portanto a melhor opção é comprar um fuso.

12.2.4 Cremalheira e Engrenagem

Existem duas opções no mercado, cremalheira de aço ou cremalheira de nylon com núcleo de aço. As cremalheiras de nylon são mais indicadas para máquinas leves com velocidades baixas assim como possuem um custo de aquisição menor se comparado às cremalheiras de aço. Por se tratar de uma aplicação leve, usaremos a cremalheira de nylon módulo1.

12.3 Descrição do produto

O robô consistirá de um atuador linear, apoiado em uma superfície plana de madeira, que se movimentará na direção vertical por meio de um fuso, e na direção horizontal por meio de uma cremalheira. A estante será subdividida de maneira padronizada, por meio de chapas de madeira, para acomodar cases dentro dos quais estarão os livros. Os cases não só abrigarão os livros como padronizarão o “tamanho” dos livros e suas orientações verticais, para melhor manuseio.

A movimentação dos livros se dará por um poderoso eletroímã na ponta do atuador linear, que uma vez posicionado, será capaz de aderir-se ao case desejado, puxando-o para a superfície de madeira após o comando retrativo do atuador. Após a retirada do livro para a superfície, o robô se movimentará até uma mesa, posicionada ao lado da estante para a entrega do livro, onde o atuador empurrará o case e desativará seu eletroímã, deixando o livro no local da entrega. Um pórtico de alumínio estrutural garantirá as restrições necessárias para o engastamento do robô ao chão e restrição quanto aos possíveis momentos em torno dos eixos X e Z. A cremalheira será engastada ao chão, enquanto o pórtico também será apoiado em um trilho no topo da estante. Uma solução de baixo custo é o uso de um vergalhão de aço para o trilho.

Abaixo, encontram-se os cads realizados pela equipe de estruturas:

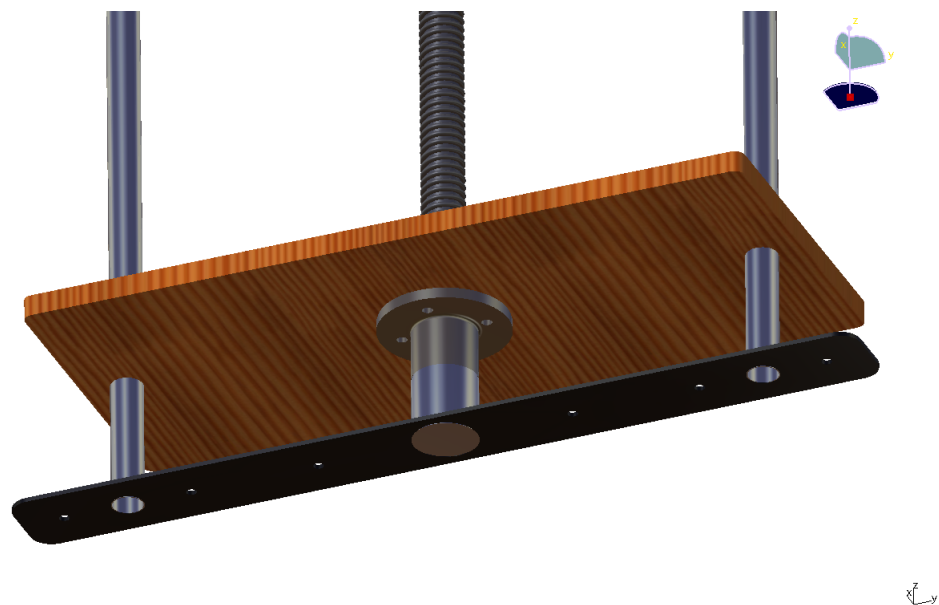


Figura 37 – Renderização do atuador vertical na posição recolhido

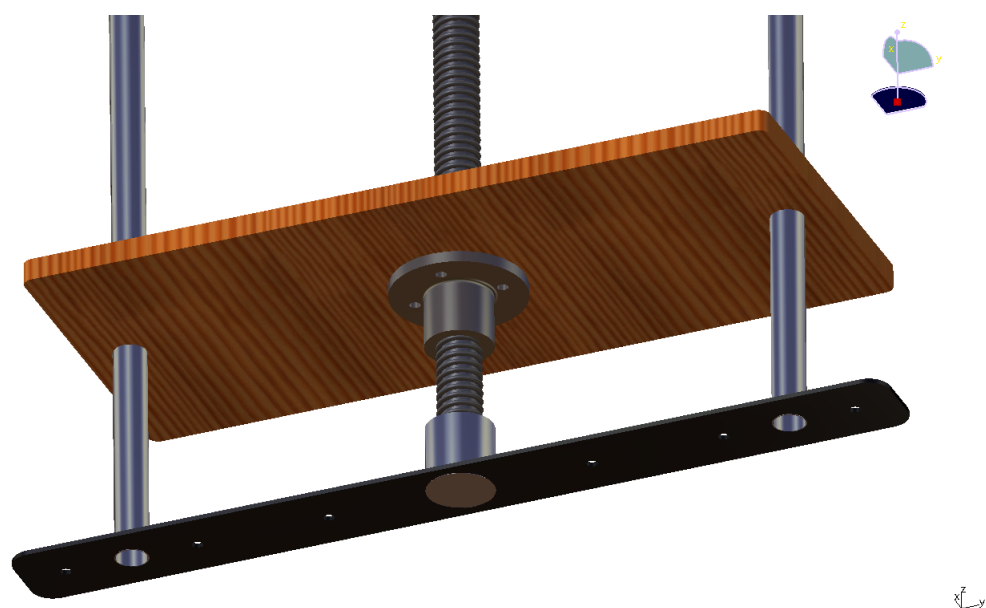


Figura 38 – Renderização do atuador vertical levemente estendido 40 mm

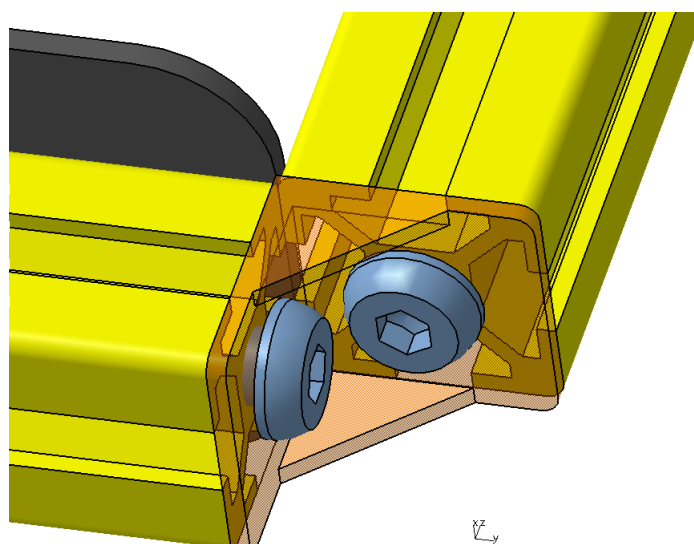


Figura 39 – Ilustração da conexão utilizada na montagem do pórtico.

13 Sistema Eletrônico

A parte eletrônica do projeto é dividida em duas categorias: sistema de controle e sistema de comunicação. O sistema de controle é responsável pela movimentação do atuador linear e acionamento do eletroímã. Já a parte de sistema de comunicação, ficará responsável por toda comunicação entre o banco de dados (servidor) e o atuador.

13.1 Dispositivo Raspberry PI

É o principal dispositivo para o funcionamento do sistema de controle e de comunicação, é um computador de baixo custo do tamanho de um cartão de crédito onde tem um poder de processamento bem eficiente para cumprir tudo que o projeto necessita. Este computador, em termos gerais, fará a comunicação entre o pedido do livro, feito pelo usuário, e o funcionamento do atuador para apanhar o livro requisitado na estante. O modelo usado neste trabalho será a Raspberry PI 3. Abaixo é apresentada algumas especificações. (3)

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 40 – Problema 01 ¹

- Raspberry Pi 3 Model B.
- Processador Broadcom BCM2837 64bit ARMv8 Cortex-A53 Quad-Core.
- Clock 1.2 GHz.
- Memória RAM: 1GB.
- Adaptador Wifi 802.11n integrado.
- Bluetooth 4.1 BLE integrado.
- Conector de vídeo HDMI.

- 4 portas USB 2.0.
- Conector Ethernet.
- Interface para câmera (CSI).
- Interface para display (DSI).
- Slot para cartão microSD.
- Conector de áudio e vídeo.
- GPIO de 40 pinos.
- Dimensões: 85 x 56 x 17mm.

13.2 Sistema de Controle

13.2.1 Solução 1: Atuador

Será utilizado um atuador linear (empurra e puxa), fabricado pelos integrantes do grupo (da parte eletrônica), para capturar o livro na estante e levá-lo até o usuário. Na ponta do atuador estará conectado o eletroímã, onde de fato realizará a captura do livro através de sua força eletromagnética. O controle do atuador ficará responsável pela raspberry que terá a incumbência de ativa-lo quando chegar no local pretendido.

13.2.2 Solução 2: Braço Robótico

O braço é a parte da estrutura responsável por agarrar o livro desejado. Como esse sistema irá se movimentar em dois eixos, a padronização dos livros será uma ótima saída. A colocação de cases normalizaria tornando-se mais fácil segurar o livro. O microcontrolador receberia o sinal e apanharia o livro pretendido pelo usuário. Esta estrutura consiste em duas garras que recolheria a case e levaria ao utilizador. Uma enorme parcela da estrutura do braço e do sistema embarcado será executado pela equipe de eletrônica.

13.2.2.1 Movimentação do Braço Robótico

O funcionamento do braço será composto basicamente por três partes: microcontrolador, servo motor e modulação PWM. O microcontrolador atmega 2650 (comumente chamado de arduino MEGA) estará acoplado junto a base do braço robótico, ele irá controlar o movimento mecânico e a captura do livro. O servo motor é o que realizará a movimentação do braço, girando até 180° dependendo do eixo (x,y,z) em que foi colocado. A modulação PWM ditará a posição da movimentação do braço, ou seja, controlará a abertura do braço para posição desejada (ângulo).

Para a captura do livro foi escolhido o eletroímã, assim o microcontrolador terá que cuidar da parte de acionamento do mesmo, onde só será feito depois de comprovado que o livro pretendido de fato está no local estipulado.

13.2.2.2 Servo Motor

São destinados e projetados para uso em aplicações de controle de movimento que exigem posicionamento de alta precisão, reversão rápida e desempenho excepcional. Para manter o controle constante entre o arduino e o servo, é necessário usar um servo motor tipo CC, ele será de baixa potência pois a tensão de alimentação é pequena. Seus componentes são:

- Motor: Acionamento das engrenagens e eixo principal do servo motor.
- Engrenagens: Redução de rotação do motor e aumento do torque.
- Encaixe de saída: conexão de saída do motor.
- Potenciômetro: Monitora a posição do motor.
- Circuito de controle: Monitora a saída do potenciômetro e a ativação do motor interno para manter a posição determinada na entrada.

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 41 – Problema 01 ²

13.2.2.3 Modulação PWM

O controle do servo motor é obtido por um sinal de tensão de referência CC, esse sinal é produzido por um gerador de largura de pulso de controle (PWM- Pulse Width Modulation) e servirá para obter a posição angular desejada do motor. Assim com base na figura 1.2 podemos ter a ideia de como funciona. Uma informação é codificada em modulação PWM através da largura do pulso em nível alto em relação ao período total de oscilação, ou seja, através do seu fator de forma (duty cycle).

No PWM tem que ser levado em consideração dois parâmetros, frequência e largura dos pulsos. A frequência é fixa e será gerada pelas saídas digitais do controlador, já a largura varia de tamanho e esse tamanho auxiliará na posição angular do braço.

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 42 – Problema 01 ³

13.2.2.4 Arduino MEGA

É o microcontrolador que realizará a parte de controle do braço e acionamento do eletroímã. Ele receberá os comandos da raspberry para executar os movimentos para segurar a case contendo o livro requisitado. Suas especificações são:

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 43 – Problema 01 ⁴

- Microcontrolador: ATmega2560.
- Tensão de Operação: 5V.
- Tensão de Entrada: 7-12V.
- Portas Digitais: 54 (15 podem ser usadas como PWM).
- Portas Analógicas: 16.
- Corrente Pinos I/O: 40mA.

- Corrente Pinos 3,3V: 50mA.
- Memória Flash: 256KB (8KB usado no bootloader).
- SRAM: 8KB.
- EEPROM: 4KB.
- Velocidade do Clock: 16MHz.

13.2.3 Solução Escolhida

A solução escolhida será a do atuador, por ser mais fácil a construção, contudo, a solução do braço não será totalmente descartada a princípio, devido a sua complexidade, pode ser motivada pelo desafio onde aumentará o nível do projeto.

13.3 Sistema de Comunicação

13.3.1 Comunicação UART

A UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) como o próprio nome já diz é um sistema de comunicação em que dados digitais são transmitidos e recebidos na forma serial operando no modo assíncrono. Neste projeto, a UART estará presente na comunicação entre a Raspberry e o Arduino, onde o usuário irá escolher o livro através de uma página em uma rede local, a rasp então irá traduzir as escolhas feitas na página em comandos para o Arduino via UART. Para isso é necessário tomar alguns cuidados:

- BAUD RATE(Clock de operação) : Os dois dispositivos devem possuir o mesmo baud rate, caso contrário não funcionará a comunicação, necessário procurar no datasheet do microcontrolador (na sessão da UART) o cálculo do baud rate. A unidade de operação é em bps (bits por segundo).
- Configuração do protocolo: O protocolo de UART pode ser configurado para mandar dados de 8 ou 9 bits, com possibilidade de bits de paridade (par, ímpar, nenhum), com 1 ou 2 bits de parada. Os dois dispositivos devem possuir a mesma configuração.

13.3.2 Leitura do Código de Barras

A leitura do código de barras será feita manualmente pela bibliotecário onde tem como função informar baixa do livro no servidor quando o usuário pegar o livro e quando chegar novos livros à biblioteca ele adiciona no banco de dados.

13.4 Referência

O problema de	Incapacidade do robô de identificar qual livro está sendo requisitado ou devolvido
afeta	O correto funcionamento do robô
cujo impacto é	O robô não identificar e pegar os livros solicitados
uma boa solução seria	Um sistema que identifique o livro e passe a informação para o robô de uma maneira que ele compreenda.

Figura 44 – Problema 01 ⁵

14 Introdução

[Introdução] O crescimento tecnológico atinge todas as áreas disponíveis no mundo permitindo uma mudança radical em todos os setores, nas bibliotecas não poderia ser diferente.

Antigamente utilizavam-se documentos manuais como carteirinhas, carimbos e outros dispositivos que demandam um certo tempo para solicitar um empréstimo de um livro e sua devolução. Depois, com a criação de computadores e o desenvolvimento de programas referentes ao armazenamento de dados, foi possível diminuir a quantidade de tempo perdido para o empréstimo e sua devolução, porém, ainda assim não é considerado um sistema eficaz pois demanda uma quantidade de tempo até a solicitação do livro e a procura nas prateleiras. No caso de empréstimo existe o enfrentamento de filas na devolução, sem levar em consideração outros aspectos de caráter burocrático com relação a entrada e saída da biblioteca, e outros fatores.

Para solucionar esse problema, o presente trabalho visa a construção de um dispositivo que tem a finalidade de entregar o livro solicitado do acervo ao usuário. A devolução do livro ao seu lugar específico sem que o usuário necessite entrar na biblioteca somente para alugar ou devolver um livro é uma das vantagens da biblioteca automatizada. Isso promoverá a melhoria da atividade facilitando tanto o trabalho do bibliotecário quanto a vida de um estudante.

A partir disso, será desenvolvido um protótipo denominado Biblitech baseado nos conhecimentos adquiridos durante todo curso referente a todas as engenharias e a partir de um levantamento bibliográfico.

14.1 Contexto

O papel de uma biblioteca é a difusão de informações para os usuários. Para atingir essa finalidade, é necessário promover um sistema onde a relação de informação e usuário seja aperfeiçoada. Contudo, é necessária uma automatização sistemática, prática e acessível para que o usuário não se desgaste na busca ao acervo disponível e na organização do mesmo [melo2014].

A primeira biblioteca foi criada antes de Cristo a partir do armazenamento de uma grande quantidade de tabuletas nas quais se localizavam uma escrita cuneiforme pois era produzida através de objetos denominados “cunhas”. A partir de então, bibliotecas acompanham o desenvolvimento tecnológico no qual pode ser identificado através de atividades automatizadas onde pode facilitar o trabalho dos bibliotecários e auxiliar os

estudantes em atividades como: devolução e empréstimo de livro e consulta no banco de dados [santana2015].

Essa automatização pode substituir o trabalho humano em muitas tarefas comuns no dia a dia [fraga2011]. Não é mais necessário procurar um livro ou um documento que deseja em diversas fichas pois já existe um banco de dados disponível com um grande armazenamento de autores, títulos e periódicos que podem ser acessados livremente, inclusive do seu próprio dispositivo [santana2015].

Hoje se encontra disponível na maioria das bibliotecas somente uma automatização referente ao banco de dados[santana2015], e o usuário ainda enfrenta um desgaste referente à procura de livro em prateleiras, enfrentamento de filas para retirada e devolução do livro e um grande trabalho monótono por parte do bibliotecário em devolver uma grande quantidade de livros às prateleiras. Por isso, já se fala em um sistema automatizado que retire e reponha os exemplares necessários de um local sem a influência de um humano [fraga2011].

Pensa-se em um dispositivo no qual o bibliotecário solicita um exemplar em um catálogo virtual. Em seguida, o livro será localizado e levado até ele por meio de um robô. O bibliotecário terá somente a finalidade de registrar esse empréstimo e entregar para o solicitante. A devolução seguirá o mesmo procedimento, após o livro ser depositado em uma caixa, o bibliotecário permitirá que o robô faça a destinação correspondente ao livro [fraga2011].

O maior benefício será o aprimoramento da biblioteca que promoverá um bem-estar tanto para o usuário quanto para o bibliotecário em relação ao controle do acervo, levantamentos bibliográficos e serviços de empréstimos e devolução do livro [fraga2011].

14.2 Problema

O problema de	Encontrar e devolver o livro em um local onde se encontram diversas prateleiras disponíveis biblioteca.
Afeta	O bem estar da biblioteca em relação ao ambiente de estudo e o tempo desperdiçado do bibliotecário e em relação ao empréstimo e devolução do livro.
Impacto	Indivíduos dispersos em um ambiente por burocracia desnecessária para a retirada de congestionamento de pessoas no ambiente.
Solução	A construção de um robô que retire e coloque seu devido lugar de maneira autônoma.

Figura 45 – ... (fonte: Autor)

14.3 Justificativa

O projeto tem a finalidade de desenvolver um produto a partir dos conhecimentos adquiridos durante o período acadêmico dos estudantes de engenharia aeroespacial, automotiva, eletrônica, energia e software. Foi definida a construção de um robô que tem a função de retirar e colocar livros em locais específicos quando solicitado. A importância desse equipamento é diminuir o congestionamento de pessoas no interior da biblioteca, problema que acaba atrapalhando os indivíduos que de fato, querem usar o ambiente para os estudos. Além do mais, pode poupar o tempo das pessoas que vão à biblioteca somente para a retirada de livros

14.4 Objetivo

O objetivo deste trabalho é construir um robô com a finalidade de localizar um livro desejado, retirar do seu local apropriado e colocá-lo no mesmo local quando este for devolvido à biblioteca.

14.5 Objetivos Específicos

- Desenvolver uma estrutura adequada.

-
- Desenvolver um sistema de monitoramento e controle.
 - Implantar um sistema de alimentação adequado para garantir o funcionamento do dispositivo.
 - Definir e projetar um sistema embarcado.
 - Montar o robô através da integração entre estrutura, monitoramento e controle, alimentação e software.

15 Desenvolvimento

Nesta sessão iremos responder todas as questões propostas anteriormente, sendo que cada subseção será responsável pela sua respectiva questão.

15.1 Primeira Questão

Certamente, uma vez que ao se melhorar um processo defeituoso, ou em alguns casos estabelecer um processo formal que até então inexistente, vários problemas de execução e gargalos no fluxo do processo são resolvidos. No caso das dificuldades essenciais, que são aquelas pertinentes à natureza do software, uma melhoria no processo na fase de eliciação de requisitos pode prevenir que ocorram lacunas nessa tarefa que possam comprometer o produto final de software, fazendo com que o mesmo não esteja alinhado com objetivo de negócio do cliente. Já com relação às dificuldades, uma vez que o processo esteja bem amadurecido o impacto nesse tipo de dificuldade é bastante notável, pois com papéis e tarefas bem definidas os riscos (dificuldades) como problemas com tecnologias, ferramentas, linguagens e assim por diante, são facilmente percebidos e consequentemente mitigados.

15.2 Segunda Questão

Um exemplo de processo muito comum para o ambiente de desenvolvimento de software é a implementação de uma história de usuário. Esta, como entrada, contém o requisito solicitado pelo usuário e como saída, o incremento de software produzido. A atividade é desempenhada por aquele que tem o papel de desenvolvedor, executando assim, a implementação do requisito.

A política utilizada é que o desenvolvedor só poderá declarar a história como concluída quando todos os critérios de aceitação estiverem cumpridos, como: cobertura de testes, enquadramento em folha de estilo, entre outros pontos. Como método, o desenvolvedor utilizou metodologia ágil.

15.3 Terceira Questão

Um exemplo de processo imaturo é o cenário onde um desenvolvedor recebe o requisito do cliente e o implementa, fazendo-o de maneira cíclica e sem priorização. Neste caso, não existe nenhum controle sobre as saídas ou entradas do processo, apenas é feito sem organização.

Um processo maduro, como exemplo, é o produto que as disciplinas de MDS/GPP desenvolvem durante o semestre, onde é feito o planejamento das entregas, medições dos resultados, dos incrementos de software.

15.4 Quarta Questão

Nesta sessão, serão abordadas as fases para que seja possível fazer a implantação de um projeto de Melhoria de Projeto de Software. Temos as seguintes fases a serem pontuadas:

1. Iniciação
2. Diagnóstico
3. Planejamento
4. Ação
5. Aprendizado

Todos esses pontos serão discutidos nas subseções a seguir:

15.4.1 Iniciação

Nessa fase, é necessário que haja a escolha de qual contexto será aplicada a melhoria. Bem como quais são os interessados nela. Pois se não houver nenhum patrocinador, não é possível executar o processo a fim de melhorá-lo. Dessa maneira, há a necessidade de uma pessoa responsável por bancar a produção

15.4.2 Diagnóstico

Assim que haja fundos e recursos para investir na melhoria do projeto, a melhoria tem que ser implementada. E para isso, alguns passos são necessários, dentre eles, a avaliação do produto do projeto por meio de um diagnóstico. E com essa fase de análise, já podem ser levantados pontos para executar a sugestão de melhoria, ou recomendações para tal.

15.4.3 Planejamento

Intuitivamente, após todos os pontos serem levantados, há a necessidade de se planejar sobre como será implementada as mudanças no projeto, bem como definir quais são os principais pontos da mudança e desenvolver um plano de implantação.

15.4.4 Ação

Depois de analisado, sugerido e planejado, chega a desejada hora de aplicar as mudanças no projeto, fazendo um teste piloto, após, refinando a solução e, por fim, implementando-a de fato.

15.4.5 Aprendizado

Após todo processo de implantação, é feita a colheita de resultados, analisando e avaliando o quão eficaz aquelas sugestões de melhoria foram para o projeto. E se obtiveram êxito ou não.

Analizando os resultados finais, a equipe consegue então verificar quais melhorias podem ser propostas para o projeto. Dessa maneira, faz-se um ciclo de melhoria contínua onde os resultados do aprendizado servem de entrada para o diagnóstico do processo, possibilitando assim que o desenvolvimento do software esteja em constante melhoria.

15.5 Quinta Questão

Uma avaliação de processo de software pode ser dividida em 3 grandes fases, compostas por tarefas menores. Na primeira fase, a fase de Planejar e preparar a avaliação, uma das tarefas mais importantes é a de analisar requisitos, pois a partir dela é possível obter um entendimento inicial do projeto para ser possível identificar os pontos aos quais o projeto se propõe a resolver. A segunda fase, Condução da avaliação, mais especificamente ao fim desta fase, na tarefa de gerar resultados da avaliação é onde após todos os levantamentos terem sido feitos que obteremos a avaliação propriamente dita. E por fim, a fase de Relatar os resultados é onde a avaliação obtida a partir da fase anterior será entregue e posteriormente arquivada.