



Engenharia Eletrônica, Engenharia Automotiva, Engenharia de  
Software, Engenharia de Energia, Engenharia Aeroespacial

## **Estufa Automatizada**

**Autores:** Adailson Santos, Eduardo Rodrigues, Gabriel Augusto  
Silva, Gustavo Eichler, Júlio César, Leonardo Sagmeister, Lucas  
Amoêdo, Mairon Cruvinel, Marcelo Oliveira, Rafael Carvalho,  
Stephanie Costa, Thiago Dias, Wannbaster Reis

**Orientadores:** Alex Reis, Guilherme Bestar, Rhander Viana,  
Ricardo Chaim, Sébastien Rondineau

2018





Adailson Santos, Eduardo Rodrigues, Gabriel Augusto Silva, Gustavo Eichler, Júlio César, Leonardo Sagmeister, Lucas Amoêdo, Mairon Cruvinel, Marcelo Oliveira, Rafael Carvalho, Stephanie Costa, Thiago Dias, Wannbaster Reis

## **Estufa Automatizada**

Orientador: Alex Reis, Guilherme Bestar, Rhander Viana, Ricardo Chaim, Sébastien Rondineau

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Cronograma do projeto . . . . .	11
Figura 2 – Cronograma do projeto . . . . .	11
Figura 3 – Mecanismos de transferência de calor . . . . .	13
Figura 4 – Tabela de custos . . . . .	18
Figura 5 – . . . . .	23
Figura 6 – . . . . .	23
Figura 7 – . . . . .	23

## Lista de tabelas



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto</b>	<b>9</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b>	<b>9</b>
<b>1.3</b>	<b>Escopo do projeto</b>	<b>9</b>
1.3.1	Premissas	9
1.3.2	Restrições	10
<b>1.4</b>	<b>Detalhamento do escopo</b>	<b>10</b>
1.4.1	Projeto	10
<b>1.5</b>	<b>Objetivos</b>	<b>10</b>
1.5.1	Objetivo Geral	10
1.5.2	Objetivos Específicos	10
<b>1.6</b>	<b>Metodologia de gerenciamento</b>	<b>10</b>
1.6.1	Plano de gerenciamento de comunicação	10
1.6.1.1	Organização das reuniões	11
1.6.1.2	Monitoramento e Controle	11
1.6.2	Plano de gerenciamento de riscos	11
1.6.3	EAP	11
1.6.4	Cronograma	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Fenômenos de Transporte de Calor (Exemplo Template)</b>	<b>13</b>
2.1.1	Convecção (Exemplo Template)	13
2.1.2	Radiação (Exemplo Template)	13
<b>2.2</b>	<b>Calorimetria (Exemplo Template)</b>	<b>13</b>
2.2.1	Calor Sensível e Latente (Exemplo Template)	13
<b>2.3</b>	<b>Framework Django (Exemplo Template)</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Microframework Flask (Exemplo Template)</b>	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Sistema interno (Exemplo Template)</b>	<b>13</b>
<b>2.6</b>	<b>Ergonomia de carregamento de peso (Exemplo Template)</b>	<b>14</b>
<b>2.7</b>	<b>TERMOVIDA – Caixa térmica para transporte de órgãos para trans- plantes (Exemplo Template)</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>Arquitetura de Software</b>	<b>15</b>
3.1.1	Sistema Web	15
3.1.2	Sistema Mobile	15

3.1.2.1	Requisitos funcionais . . . . .	15
<b>3.2</b>	<b>Sistema de Refrigeração (Exemplo Template Solução Energia)</b> . . .	<b>15</b>
3.2.1	Dimensionamento do Sistema . . . . .	15
3.2.1.1	Cálculo de Carga Térmica . . . . .	15
3.2.1.2	Cálculo da energia e potência térmica da embalagem com solução Viaspan na qual o órgão está contido . . . . .	15
3.2.2	Cálculo da energia e potência térmica do alumínio da caixa interna . . . . .	15
3.2.2.1	Cálculo da resistência térmica ( $Rt$ ) e o coeficiente global de transferência de calor ( $U$ ) . . . . .	15
<b>3.3</b>	<b>Estrutura do Conjunto de Refrigeração</b> . . . . .	<b>16</b>
3.3.1	Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos . . . . .	16
3.3.2	Baterias . . . . .	16
3.3.3	Dimmer Microcontrolado . . . . .	16
3.3.4	Inversor . . . . .	16
3.3.5	Transformador . . . . .	16
3.3.6	Filtro de 60Hz . . . . .	16
<b>3.4</b>	<b>Estrutura (Exemplo solução estrutura Template)</b> . . . . .	<b>16</b>
3.4.1	Componentes Estruturais . . . . .	16
3.4.1.1	Compartimento de carga . . . . .	16
3.4.1.2	Câmara de Resfriamento . . . . .	17
3.4.1.3	Estrutura . . . . .	17
3.4.2	Simulação Computacional . . . . .	17
3.4.2.1	Análise Estrutural . . . . .	17
3.4.2.2	Simulação de Transferência de Calor . . . . .	17
<b>3.5</b>	<b>Sistemas Eletrônicos (Exemplo Solução Eletrônica Template)</b> . . . .	<b>17</b>
3.5.1	Servidor . . . . .	17
3.5.1.1	Subsistema de Controle . . . . .	18
3.5.1.2	Subsistema de Proteção . . . . .	18
3.5.1.3	Subsistema de Comunicação e Análise . . . . .	18
<b>3.6</b>	<b>Tabela de custos</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> . . . . .	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Sistema de Comunicação(Exemplo Resultado Software)</b> . . . . .	<b>19</b>
4.1.1	Visão Geral . . . . .	19
4.1.2	API . . . . .	19
<b>4.2</b>	<b>Sistema WEB</b> . . . . .	<b>19</b>
4.2.1	Diagramas de Classe . . . . .	19
4.2.2	Diagramas de Sequência . . . . .	19
4.2.3	Histórias de usuário . . . . .	19
4.2.4	Exemplo: Uma subseção para cada história . . . . .	19



<b>4.3</b>	<b>Sistema Mobile</b>	<b>19</b>
4.3.0.1	Deployment	19
<b>4.4</b>	<b>Sistema de Controle (Exemplo Resultados Eletrônica)</b>	<b>20</b>
4.4.1	Sistema de controle de temperatura	20
4.4.2	Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos	20
<b>4.5</b>	<b>Alimentação (Exemplo resultado energia)</b>	<b>20</b>
4.5.1	Testes e Resultados do Sistema de Inversor	20
4.5.2	Outros Testes Realizados	20
4.5.3	Dificuldades do projeto do inversor	20
4.5.4	Inversor Implementado	20
4.5.5	Testes e Resultados do Sistema de Alimentação	20
<b>4.6</b>	<b>Estrutura (Exemplo Resultados Estrutura)</b>	<b>20</b>
4.6.1	Compartimento de carga	20
4.6.1.1	Requisitos	20
4.6.1.2	Design	21
4.6.1.3	Fabricação	21
4.6.1.4	Resultados	21
4.6.2	Câmara de Resfriamento	21
4.6.2.1	Requisitos	21
4.6.2.2	Design	21
4.6.2.3	Fabricação	21
4.6.2.4	Resultados	21
4.6.3	Estrutura	21
4.6.3.1	Requisitos	21
4.6.3.2	Fabricação	21
4.6.3.3	Resultados	21
4.6.4	Sistema de amortecimento	22
4.6.4.1	Análise computacional de vibrações da estrutura	22
4.6.4.2	Dimensionamento do coxim	22
4.6.4.3	Teste e validação do sistema	22
4.6.5	Simulação Computacional	22
4.6.5.1	Análise Estrutural	22
4.6.5.2	Simulação de Transferência de Calor	22
<b>5</b>	<b>ORÇAMENTO DO PROJETO</b>	<b>23</b>



# 1 Introdução

Ao longo dos anos, agricultores buscaram soluções para o cultivo em ambientes protegidos e seguros. Além disso, houve uma necessidade de produzir em períodos climáticos desfavoráveis, ter o melhor controle do plantio como um todo e realizar o desuso quanto aos agrotóxicos causadores de enfermidades. Essas causas, inspirou a realização de muito estudo para proteger o plantio dos danos causados pela natureza e para a não utilização de pesticidas, sendo estes responsáveis por doenças em consumidores. A criação de um microclima adequado para o cultivo do plantio torna o desenvolvimento de plantas mais seguro e controlável.

## 1.1 Contexto

Dessa forma, os alunos de Engenharia da Universidade de Brasília do Campus do Gama propuseram em desenvolver uma estufa hidropônica automatizada, nomeada como Greenhouse, capaz de manter as condições ideais para o cultivo de diversas hortaliças, permitindo tanto o uso de configurações pré definidas quanto a customização das condições internas, fornecendo dados ao usuário através de uma interface local, um aplicativo mobile e um sistema web. O escopo não engloba a produção de plantas que não sejam hortaliças; a produção de hortaliças que não suportam um sistema de hidroponia; o controle da umidade; e a utilização em um ambiente aberto (i.e. outdoor).

## 1.2 Justificativa

O objetivo do projeto Greenhouse é fornecer a moradores de casas e apartamentos uma forma automatizada de cultivar hortaliças em suas residências. Isto irá permitir que, mesmo sem uma grande área dedicada, tempo, ou conhecimentos sobre cultivo, os usuários possam cultivar seus próprios produtos orgânicos para consumo próprio.

## 1.3 Escopo do projeto

### 1.3.1 Premissas

- O produto será utilizado exclusivamente para o cultivo de hortaliças.
- O produto será utilizado exclusivamente em um ambiente fechado (i.e. não será utilizado ao ar livre).
- O produto estará conectado a uma fonte de água.

- Não serão utilizados pesticidas nas plantas cultivadas no produto, ou na água utilizada pelo mesmo.

### 1.3.2 Restrições

- Irá controlar uma situação de um sistema especificamente hidropônico.
- As variáveis serão dimensionadas de modo específico, pH, nutrientes diluídos na água e temperatura do ambiente isolado.

## 1.4 Detalhamento do escopo

### 1.4.1 Projeto

A equipe Greenhouse pretende contornar as adversidades descritas ao realizar um controle do cultivo, ao constatar a praticidade e despreocupação do usuário final com relação ao desenvolvimento automatizado das hortaliças, além do controle do usuário para as mudanças pertinentes de cada espécie, notificando-o sempre que necessário para que o mesmo esteja ciente do monitoramento do plantio.

O público alvo do projeto são as pessoas preocupadas em produzir o cultivo de hortaliças em um local protegido e em fácil acesso, monitoramento e controle de seu equipamento, sendo este instalado em uma casa, apartamento ou em qualquer local que forneça suas especificações de dimensionamento e que tenha conexão a uma fonte de água.

### 1.4.2 Produto

O sistema de automatização da estufa irá controlar a temperatura e umidade interna, realizar a abertura automática da gaveta onde se comportará o sistema composto pelas hortaliças e monitorar nível da água, temperatura da água e pH da água.

O sistema funcionará da seguinte forma: o usuário prepara os sachês com substâncias específicas para a germinação, implementa a semente da hortaliça de acordo com as especificações ideais de plantio, informa no sistema web a espécie da hortaliça e acompanha o desenvolvimento da planta por meio de gráficos e informações de uso disponíveis no sistema web, pois os dados coletados pelos sensores da estufa irá para o servidor web e estará disponível para o monitoramento de todos os dados previamente planejados e o controle de alguns dados específicos, caso não há internet no local de instalação da estufa, os dados estarão empilhados e disponíveis para o acompanhamento quando houver conexão de internet.

A estrutura completa terá dimensões ideais para sua instalação em apartamentos, casas e afins.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo Geral

Espaço reservado para Objetivo Geral.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

Espaço reservado para Objetivos Específicos.

## 1.6 Metodologia de gerenciamento

Espaço reservado para Metodologia de gerenciamento.

### 1.6.1 Plano de gerenciamento de comunicação

Espaço reservado para Plano de gerenciamento de comunicação.

#### 1.6.1.1 Organização das reuniões

Espaço reservado para agendamento organização das reuniões.

#### 1.6.1.2 Monitoramento e Controle

Espaço reservado para Monitoramento e Controle.

### 1.6.2 Plano de gerenciamento de riscos

Espaço reservado para Plano de gerenciamento de riscos.

### 1.6.3 EAP

Espaço reservado para EAP.

### 1.6.4 Cronograma

Espaço reservado para o cronograma.

Figura 1 – Cronograma do projeto

Figura 2 – Cronograma do projeto



## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Fenômenos de Transporte de Calor (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

#### 2.1.1 Convecção (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

#### 2.1.2 Radiação (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

Figura 3 – Mecanismos de transferência de calor

### 2.2 Calorimetria (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

#### 2.2.1 Calor Sensível e Latente (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

### 2.3 Framework Django (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

### 2.4 Microframework Flask (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

### 2.5 Sistema interno (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

## 2.6 Ergonomia de carregamento de peso (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.

## 2.7 TERMOVIDA – Caixa térmica para transporte de órgãos para transplantes (Exemplo Template)

Texto a ser redigido.



## 3 Solução Proposta

### 3.1 Arquitetura de Software

Espaço reservado para Arquitetura de Software.

#### 3.1.1 Sistema Web

Espaço reservado para Sistema Web.

#### 3.1.2 Sistema Mobile

Espaço reservado para Sistema Web.

##### 3.1.2.1 Requisitos funcionais

Espaço reservado para Requisitos funcionais.

### 3.2 Sistema de Refrigeração (Exemplo Template Solução Energia)

Texto a ser redigido.

#### 3.2.1 Dimensionamento do Sistema

##### 3.2.1.1 Cálculo de Carga Térmica

Texto a ser redigido.

##### 3.2.1.2 Cálculo da energia e potência térmica da embalagem com solução Viaspan na qual o órgão está contido

Texto a ser redigido.

#### 3.2.2 Cálculo da energia e potência térmica do alumínio da caixa interna

Texto a ser redigido.

##### 3.2.2.1 Cálculo da resistência térmica ( $Rt$ ) e o coeficiente global de transferência de calor ( $U$ )

Texto a ser redigido.

### 3.3 Estrutura do Conjunto de Refrigeração

Texto a ser redigido.

#### 3.3.1 Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos

Texto a ser redigido.

#### 3.3.2 Baterias

Texto a ser redigido.

#### 3.3.3 Dimmer Microcontrolado

Texto a ser redigido.

#### 3.3.4 Inversor

Texto a ser redigido.

#### 3.3.5 Transformador

Texto a ser redigido.

#### 3.3.6 Filtro de 60Hz

Texto a ser redigido.

### 3.4 Estrutura (Exemplo solução estrutura Template)

Texto a ser redigido.

#### 3.4.1 Componentes Estruturais

Texto a ser redigido.

##### 3.4.1.1 Compartimento de carga

Texto a ser redigido.

#### Requisitos

Texto a ser redigido.

#### 3.4.1.2 Câmara de Resfriamento

Texto a ser redigido.

##### Requisitos

Texto a ser redigido.

##### Design

Texto a ser redigido.

##### Fabricação

Texto a ser redigido.

#### 3.4.1.3 Estrutura

Texto a ser redigido.

### 3.4.2 Simulação Computacional

Texto a ser redigido.

#### 3.4.2.1 Análise Estrutural

Texto a ser redigido.

#### 3.4.2.2 Simulação de Transferência de Calor

Texto a ser redigido.

## 3.5 Sistemas Eletrônicos (Exemplo Solução Eletrônica Template)

Texto a ser redigido.

### 3.5.1 Servidor

Texto a ser redigido.

#### 3.5.1.1 Subsistema de Controle

Texto a ser redigido.

#### 3.5.1.2 Subsistema de Proteção

Texto a ser redigido.

#### 3.5.1.3 Subsistema de Comunicação e Análise

Texto a ser redigido.

### 3.6 Tabela de custos

Figura 4 – Tabela de custos

## 4 Resultados

### 4.1 Sistema de Comunicação(Exemplo Resultado Software)

Texto a ser redigido.

#### 4.1.1 Visão Geral

Texto a ser redigido.

#### 4.1.2 API

Texto a ser redigido.

### 4.2 Sistema WEB

Texto a ser redigido.

#### 4.2.1 Diagramas de Classe

Texto a ser redigido.

#### 4.2.2 Diagramas de Sequência

Texto a ser redigido.

#### 4.2.3 Histórias de usuário

Texto a ser redigido.

#### 4.2.4 Exemplo: Uma subseção para cada história

Texto a ser redigido.

### 4.3 Sistema Mobile

Texto a ser redigido.

#### 4.3.0.1 Deployment

Texto a ser redigido.

## 4.4 Sistema de Controle (Exemplo Resultados Eletrônica)

### 4.4.1 Sistema de controle de temperatura

Texto a ser redigido.

### 4.4.2 Sistema de proteção de componentes elétricos e eletrônicos

Texto a ser redigido.

## 4.5 Alimentação (Exemplo resultado energia)

### 4.5.1 Testes e Resultados do Sistema de Inversor

Texto a ser redigido.

### 4.5.2 Outros Testes Realizados

Texto a ser redigido.

### 4.5.3 Dificuldades do projeto do inversor

Texto a ser redigido.

### 4.5.4 Inversor Implementado

Texto a ser redigido.

### 4.5.5 Testes e Resultados do Sistema de Alimentação

Texto a ser redigido.

## 4.6 Estrutura (Exemplo Resultados Estrutura)

Texto a ser redigido.

### 4.6.1 Compartimento de carga

Texto a ser redigido.

#### 4.6.1.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

#### 4.6.1.2 Design

Texto a ser redigido.

#### 4.6.1.3 Fabricação

Texto a ser redigido.

#### 4.6.1.4 Resultados

Texto a ser redigido.

### 4.6.2 Câmara de Resfriamento

Texto a ser redigido.

#### 4.6.2.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

#### 4.6.2.2 Design

Texto a ser redigido.

#### 4.6.2.3 Fabricação

Texto a ser redigido.

#### 4.6.2.4 Resultados

Texto a ser redigido.

### 4.6.3 Estrutura

Texto a ser redigido.

#### 4.6.3.1 Requisitos

Texto a ser redigido.

#### 4.6.3.2 Fabricação

Texto a ser redigido.

#### 4.6.3.3 Resultados

Texto a ser redigido.

#### 4.6.4 Sistema de amortecimento

Texto a ser redigido.

##### 4.6.4.1 Análise computacional de vibrações da estrutura

Texto a ser redigido.

##### 4.6.4.2 Dimensionamento do coxim

Texto a ser redigido.

##### 4.6.4.3 Teste e validação do sistema

Texto a ser redigido.

#### 4.6.5 Simulação Computacional

##### 4.6.5.1 Análise Estrutural

Texto a ser redigido.

##### 4.6.5.2 Simulação de Transferência de Calor

Texto a ser redigido.



## 5 Orçamento do Projeto

Figura 5 –

Figura 6 –

Figura 7 –