



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

Sistema Portátil de Irrigação por Aspersão Automatizado

Professores: Alex Reis, Guillermo Alvarez, Ricardo Chain,
Rhander Viana e Sébastien Rondineau

Brasília, DF
2019



Arthur Faria, Bruna Pinos, Davi de Alencar, Dhiemerson S. Amorim, Fábio Barbosa, Guilherme Augusto, Guilherme Guimarães, Josué Bonfim, João Victor, Marcos Paulo, Rafael Marques, Thiago Miranda, Vitor Falcão

Sistema Portátil de Irrigação por Aspersão Automatizado

Relatório técnico referente ao projeto Sistema Portátil de Irrigação por Aspersão Automatizado, no âmbito da disciplina Projeto Integrador de Engenharia 2.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Alex Reis, Guillermo Alvarez, Ricardo Chain, Rhander Viana e Sébastien Rondineau

Brasília, DF

2019

Arthur Faria, Bruna Pinos, Davi de Alencar, Dhiemerson S. Amorim, Fábio Barbosa, Guilherme Augusto, Guilherme Guimarães, Josué Bonfim, João Victor, Marcos Paulo, Rafael Marques, Thiago Miranda, Vitor Falcão

Sistema Portátil de Irrigação por Aspersão Automatizado/ Arthur Faria, Bruna Pinos, Davi de Alencar, Dhiemerson S. Amorim, Fábio Barbosa, Guilherme Augusto, Guilherme Guimarães, Josué Bonfim, João Victor, Marcos Paulo, Rafael Marques, Thiago Miranda, Vitor Falcão. – Brasília, DF, 2019-

62 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Projeto Integrador 2 – Universidade de Brasília – UnB
Faculdade UnB Gama – FGA , 2019.

1. Sprinkler. 2. Irrigador. II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Sistema Portátil de Irrigação por Aspersão Automatizado

CDU 02:141:005.6

Lista de ilustrações

Figura 1 – Aspersor irrigando um jardim (CONSTRUINDODECOR, 2016)	14
Figura 2 – Exemplo de sistema de irrigação por aspersão (FERREIRA, 2015) . . .	14
Figura 3 – Estrutura Analítica do Projeto	21
Figura 4 – Cronograma - Ponto de Controle 1	22
Figura 5 – Cronograma - Ponto de Controle 2	22
Figura 6 – Cronograma - Ponto de Controle 2 (Continuação)	23
Figura 7 – Cronograma - Ponto de Controle 3	23
Figura 8 – Cronograma - Ponto de Controle 4	23
Figura 9 – Cronograma - Ponto de Controle 4 (Continuação)	24
Figura 10 – CAD preliminar da plataforma móvel de transporte dos equipamentos.	32
Figura 11 – CAD preliminar da cápsula de proteção do módulo medidor.	33
Figura 12 – Projeção de area irrigada utilizando AutoCAD.	34
Figura 13 – Representação da arquitetura Mestre-Escravo com várias centrais . . .	37
Figura 14 – Representação da arquitetura de microserviços	38
Figura 15 – Exemplo de gráficos gerados pelo Kibana (TAIS. . . , 2017)	39
Figura 16 – Organograma da equipe	61

Lista de tabelas

Tabela 1 – Espaçamento do aspersores em função da velocidade do vento (EM-BRAPA, 1983)	10
Tabela 2 – Equipe do Projeto e Funções	19
Tabela 3 – Custos Preliminares	40
Tabela 4 – Riscos	43
Tabela 5 – Riscos	55
Tabela 7 – Lista É/Não é	58
Tabela 8 – Requisitos de Engenharia de Software	59

Sumário

1	INTRODUÇÃO	8
2	PROBLEMÁTICA	9
2.1	Dimensionamento de um sistema de irrigação por aspersão	9
2.1.1	Influência do clima	10
2.1.2	Influência do vento	10
2.1.3	Descrição do sistema	11
2.1.3.1	Componentes do sistema	11
2.1.3.2	Motobomba	11
2.1.4	Tubulações	12
2.1.4.1	Aspersores	12
2.1.4.2	Dispositivos acessórios	14
2.2	Justificativa	15
2.3	Objetivos	15
2.3.1	Objetivos Gerais	15
2.3.2	Objetivos Específicos	15
3	GERENCIAMENTO	17
3.1	Metodologia	17
3.1.1	PMBOK	17
3.1.2	Scrum	17
3.1.3	Kanban	18
3.2	Organização da equipe	19
3.2.1	Stakeholders	19
3.3	Termo de abertura do projeto (TAP)	20
3.4	Estrutura Analítica de Projeto (EAP)	20
3.5	Gerenciamento de Atividades	20
3.5.1	Ferramentas de Comunicação e Gerenciamento	20
3.6	Gerenciamento de Recursos Humanos	20
3.7	Cronograma de Tarefas	20
4	REQUISITOS	25
4.1	Requisitos do Sistema	25
4.2	Requisitos dos Subsistemas	25
4.2.1	Requisitos Estruturais	25
4.2.2	Requisitos de Engenharia de Energia	26

4.2.3	Requisitos de Engenharia Eletrônica	26
4.2.4	Requisitos de Engenharia de Software	28
4.2.5	Requisitos de Segurança	29
4.2.6	Requisitos de Usabilidade	29
5	PREMISSAS E RESTRIÇÕES	30
5.1	Premissas	30
5.2	Restrições	30
6	SOLUÇÃO	31
6.1	Escopo	31
6.2	Lista É/Não é	32
6.3	Solução Estrutural	32
6.4	Solução de Energia	33
6.4.1	Sistema de Bombeamento Hidráulico	34
6.4.2	Sistema de Alimentação Fotovoltaico Offgrid	34
6.5	Solução de Eletrônica	35
6.5.1	Central de Controle	35
6.5.2	Módulos Medidores	35
6.5.3	Sistema de Atuadores	36
6.6	Solução de Software	36
6.6.1	Representação arquitetural	36
6.6.1.1	Mestre-Escravo	36
6.6.1.2	Microserviços	37
7	CUSTOS	40
8	RISCOS	41
8.0.1	Análise quantitativa dos Riscos	41
8.1	Planejamento de Respostas dos Riscos	42
8.1.1	Riscos Negativos	42
8.1.1.1	Prevenção	42
8.1.1.2	Transferência	42
8.1.1.3	Mitigação	42
8.1.1.4	Aceitação	42
8.1.2	Descrição dos Riscos	42
9	CONSIDERAÇÕES	50
	REFERÊNCIAS	51

APÊNDICES 53

	APÊNDICE A – TERMO DE ABERTURA DE PROJETO	54
A.1	Descrição do Projeto	54
A.2	Propósito e Justificativa	54
A.3	Objetivos	54
A.4	Requisitos	54
A.5	Riscos	55
A.6	Marcos do Projeto	56
A.7	Partes Envolvidas	57
A.8	Gerência	57
	APÊNDICE B – LISTA É/NÃO É	58
	APÊNDICE C – PLANO DE GERENCIAMENTO DE COMUNI- CAÇÃO	59
C.1	Objetivo	59
C.2	Ferramentas	59
C.3	Diretrizes e Procedimentos de Comunicação	60
C.3.1	Comunicação Geral	60
	APÊNDICE D – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS	61
D.1	Objetivo	61
D.2	Papéis e Responsabilidades	61
D.2.1	Coordenador Geral	61
D.2.2	Diretor de Qualidade	62
D.2.3	Diretor Técnico	62
D.2.4	Desenvolvedores	62
D.3	Acompanhamento	62

1 Introdução

O Cerrado, conhecido também como Savana Brasileira, é o segundo maior bioma do Brasil, abrangendo uma área de mais de 1,5 milhões de km^2 . O bioma é composto por vários ecossistemas, tais como cerrado, cerradão, campestre, floresta de galeria e cerrado rupestre. (KLINK; MACHADO, 2005)

O solo do Cerrado geralmente é profundo, azonados, avermelhados ou vermelho amarelado, porosos, permeáveis e bem drenados, portanto, são desgastados. O teor de matéria orgânica é baixo, entre 5 a 3%. É bastante ácido, com pH numa média de 4 a 5 e está associada a alta concentração de íons Al^{3+} , Fe e Mn . (ANDRADE; STONE, 2009)

Seu clima predominante é o Tropical Sazonal, com inverno seco. A média da temperatura anual é de $25^{\circ}C$, podendo chegar a $40^{\circ}C$ nos meses de agosto e setembro e a $10^{\circ}C$. A precipitação anual está em média entre 1200mm e 1800mm com estação chuvosa entre meados da primavera e meados do outono, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos. O período de estiagem compreende os meses de maio a setembro, onde o índice pluviométrico pode chegar a zero. Para que seja possível o plantio, é necessário uso de adubagem e irrigação.

Irrigação é o conjunto de técnicas pela qual é possível o deslocamento de água no tempo e no espaço para a transformação das possibilidades agrícolas de uma área, visando corrigir a distribuição natural das chuvas. (BERNARDO, 1989)

Constituindo uma técnica que proporciona alcançar a máxima produção, em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse, principalmente nas regiões Nordeste e Centro-Sul do Brasil. De fundamental importância para a produção agrícola em regiões áridas, a irrigação vinha sendo constantemente relegada a um plano inferior nas regiões onde, sob certas condições, a precipitação natural permitia que as culturas se desenvolvessem e produzissem normalmente. (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000)

Sendo assim, o presente estudo busca a construção de um sistema automatizado e instrumentado portátil que realize a irrigação a partir dos dados de umidade do solo, temperatura sob a superfície e umidade do ar de maneira otimizada.

2 Problemática

O sistema atual empregado para realizar a irrigação do gramado da Universidade de Brasília Campus Gama é o método por aspersão tratado de forma simples, . Esse método é realizado de forma pontual por meio de gotas que caem diretamente sobre o solo.

A técnica atual empregada é altamente recomendável para áreas em que é necessário assegurar que as plantas naquele local recebam água suficiente durante toda a sua vida([CONSTRUINDODECOR, 2016](#)).

Sendo assim, o atual sistema empregado para realizar a irrigação de forma eficiente do gramado se mostra ineficiente. Isso porque, a técnica utilizada não atende de forma uniforme e controlada.

Logo, se faz necessário a utilização do método por aspersão, este por sua vez é uma técnica em que é feita a divisão de um ou mais jatos de água em uma grande quantidade de pequenas gotas no ar, estas caem sobre o solo como uma chuva artificial ([IRRIGAÇÃO, 2016](#)).

Portanto, para cobrir uma área em torno de $400m^2$ o método por aspersão se mostra altamente eficiente, dado que este método não necessita de um processo de sistematização do terreno, disponibilidade de irrigar uma maior área além de não causar erosão no solo([IRRIGAÇÃO, 2016](#)).

Dado isso, o sistema de irrigação por aspersão portátil, aqui proposto, vem solucionar a falta de controle da irrigação do gramado. Por meio de um sistema integrado, objetiva-se obter dados do solo, umidade e temperatura a fim de proporcionar uma irrigação automatizada minimizando custos a longo prazo e o bom desenvolvimento do gramado.

2.1 Dimensionamento de um sistema de irrigação por aspersão

Segundo ([SOARES, 1986](#)) o dimensionamento de um sistema de irrigação por aspersão deve ser fundamentado em dados tais como: cultura do terreno, características físico-hídricas do solo, quantidade e qualidade da água disponível para a irrigação, clima e topografia. Fatores econômicos e de manejo do terreno também devem ser considerados, a exemplo da eficiência de aplicação, práticas culturais, tempo disponível para irrigação, entre outros.

2.1.1 Influência do clima

Em um bioma tão extenso como o cerrado, deve-se atentar às diferentes variáveis que podem interferir na eficiência do processo de irrigação por aspersão. Dentre essas variáveis estão a temperatura e a umidade do ar, que facilitam o processo de evaporação das gotas de água, que por sua vez acarretam na perda de eficiência do sistema.

O cerrado é um bioma onde predomina o clima seco, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, características que afetam negativamente o sistema de irrigação por aspersão, porém pode-se fazer uma análise das condições climáticas no local de irrigação, com o objetivo de minimizar as perdas por fatores ambientais.

Através de registros climáticos encontrados facilmente na internet, pode-se fazer tal análise em busca do período ideal de irrigação. Outro aspecto importante ao considerar esse tipo de irrigação é o tipo de solo. A Região Administrativa do Gama apresenta solos, em sua maioria, ácidos e com baixa fertilidade, predominando solos com horizonte B dos tipos câmbico, latossólico e textural (GEOGRAFIAGAMA, 2014)

Em geral esse tipo de solo de cerrado apresenta uma boa taxa de infiltração no solo, sendo adequado a utilização da irrigação por aspersão.

2.1.2 Influência do vento

A velocidade e a direção de incidência do vento em relação ao eixo de deslocamento do aspersor são variáveis importantes para definir o espaçamento que esses deverão estar um dos outros. Pois, os aspersores aplicam mais água perto dele do que na periferia de sua área molhada, sendo assim, surge a necessidade de planejar a distância dos aspersores a fim que ocorra uma sobreposição entre um jato de um e outro adjacente (EMBRAPA, 1983)

O objetivo desta sobreposição é obter uma uniformidade de distribuição, para isso é preciso conhecer a velocidade do vento para realizar de forma adequada o dimensionamento.

A Tabela 1 abaixo retrata a velocidade do vento em função do espaçamento que os aspersores devem ser alocados.

Tabela 1 – Espaçamento do aspersores em função da velocidade do vento (EMBRAPA, 1983)

Velocidade do vento (Km/h)	Espaçamento dos aspersores menor que
Pouco ou nenhum vento	65% do diâmetro do jato
Até 9,5	60% do diâmetro do jato
Até 12,5	50% do diâmetro do jato

Acima de 12,5	40% do diâmetro do jato
---------------	-------------------------

De posse do alcance do jato, fornecido pelo fabricante, taxa de aplicação, pressão e espaçamento obtém-se os aspersores fornecidos pelo fabricante ([EMBRAPA, 1983](#)).

Em suma, para diminuir os efeitos do vento é preciso diminuir o espaçamento entre os aspersores acarretando no aumento da uniformidade de distribuição e consequentemente no aumento da precipitação.

Além disso, pesquisas indicam que quando a incidência do vento passa de perpendicular para paralelo os efeitos prejudiciais da velocidade do vento aumentam ([CONSTRUINDODECOR, 2016](#)).

2.1.3 Descrição do sistema

2.1.3.1 Componentes do sistema

O sistema de irrigação por aspersão convencional é constituído essencialmente por quatro componentes principais, são eles: O conjunto motobomba, as tubulações, os aspersores e os dispositivos acessórios. Cada um desses componentes desempenham funções específicas dentro do sistema como um todo, as quais serão descritas a seguir.

2.1.3.2 Motobomba

No que diz respeito à irrigação por aspersão, são majoritariamente utilizadas as bombas centrífugas de eixo horizontal. Estas, por sua vez, detém a função de captar a água advinda da fonte ou reservatório para o suprimento do sistema de aspersores ([KNIES, 2010](#)). Um motor é também acoplado à bomba para a transferência de potência, podendo o mesmo ser elétrico ou à combustão.

Para o perfeito funcionamento do sistema de irrigação, o conjunto motobomba deve ser dimensionado de modo que haja vazão suficiente ao sistema à altura manométrica requerida, isto é, fornecendo a pressão correta na água que escorre pelas tubulações. Em sistemas que utilizam a gravidade para auxiliar no aumento de pressão, a altura de elevação da água, desde a fonte até a área a ser irrigada, compreende um dos fatores primordiais associados à redução do consumo de energia, uma vez que, quanto mais elevada a altura do manancial, menor será o consumo de energia do motor para pressurizar a água nos condutos. Com isso o sistema se beneficiará com o aumento da eficiência energética.

2.1.4 Tubulações

As tubulações nesses sistemas detêm a função de conduzir a vazão necessária desde o conjunto motobomba até os aspersores, e são classificadas de acordo com sua distribuição no terreno em: linha principal, linhas secundárias e linha lateral.

Linha principal: Consiste na tubulação responsável por conduzir a água bombeada pela conjunto motobomba até as linhas secundárias (KNIES, 2010). O material que a constitui é escolhido de acordo com a dimensão do módulo (terreno) irrigado, bem como o grau de mobilidade dessa tubulação. Em sistemas de tamanho reduzido, a tubulação é geralmente móvel, sendo comumente empregados tubos de alumínio, aço galvanizado ou PVC rígido, dotados de engate rápido. Em projetos de irrigação de grande escala, por outro lado, podem ser utilizados tubos de ferro fundido, aço, cimento amianto, etc (SOARES, 1986).

Linhas secundárias e lateral: As linhas laterais compreendem as tubulações que levam a água até os aspersores, alimentadas pelas linhas secundárias ou pela linha principal. As linhas secundárias, por sua vez, são alimentadas pela linha principal e a instalação delas entre a linha principal e as linhas laterais é opcional, e fica a critério de quem efetuará o dimensionamento da irrigação. De um modo geral, essas tubulações apresentam elevada mobilidade, com o objetivo de haver redução de custos e investimentos.

Podem ser constituídas de alumínio, aço galvanizado e PVC rígido, dotados de engate rápido. Os tubos de alumínio são mais leves que os de aço e são resistentes à oxidação, porém são mais caros em relação aos demais. Os tubos de aço galvanizado resistem a pressões maiores (50 atm), mas são mais pesados para o transporte. Os tubos de PVC rígido são leves e altamente portáteis (fáceis de transportar), possuem preços relativamente competitivos em tubos com diâmetro inferior a 4", não oxidam, porém possuem uma pressão máxima de trabalho de 7,5 atm (SOARES, 1986).

2.1.4.1 Aspersores

Os aspersores compreendem as principais peças do sistema, uma vez que são responsáveis pela distribuição da água sobre o terreno na forma de chuva. Sua classificação é dada de acordo com seu funcionamento, pressão de operação, ângulo de inclinação e número de bocais (KNIES, 2010), e é descrita a seguir por cada categoria:

Funcionamento:

Rotativos: aspersores de giro completo (360°); **Setoriais:** cobrem apenas uma porção do terreno, oscilando em um ângulo específico definido previamente.

Ângulo de inclinação do jato:

Inclinação usual entre 25° e 30°; Subcota com ângulo de 6°.

Número de bocais:

Um, dois ou três bocais, com diâmetro variando entre 2 e 30 mm.

Pressão de operação:

Baixíssima pressão - 10 a 100 KPa;

Baixa pressão - 100 a 250 KPa;

Média pressão - 250 a 500 KPa;

Alta pressão - maior que 500 KPa;

Entre os principais fatores de escolha de aspersores, destaca-se a intensidade de precipitação promovida pelos mesmos (decorrente da pressão, diâmetro do bocal e espaçamento). A configuração mais comum do campo a ser irrigado é a retangular, podendo este ser quadrado ou não. A definição do espaçamento entre cada aspersor no terreno se dá conforme as condições de velocidade do vento, sendo na linha 30% a 50% do diâmetro do círculo molhado e até 65% entre as linhas ([KNIES, 2010](#)).

O significado e a formulação da intensidade de precipitação, e intensidades média e efetiva são listadas a seguir:

Intensidade de precipitação: Irrigação (chuva) promovida pelo aspersor no tempo, em mm/h. Intensidade de precipitação efetiva: É a irrigação promovida por um único aspersor.

$$I_{EF} = \frac{Q}{A} \frac{m^3/h}{m^2} \rightarrow (mm/h) \rightarrow A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2.1)$$

Intensidade de precipitação média: Corresponde à chuva distribuída por um sistema de irrigação completo (incluindo todos os aspersores).

$$I_{EF} = \frac{Q}{S} \frac{m^3/h}{m^2} \rightarrow (mm/h) \rightarrow S = 1 \times e \quad (2.2)$$



Figura 1 – Aspersor irrigando um jardim ([CONSTRUINDODECOR, 2016](#))

2.1.4.2 Dispositivos acessórios

Os dispositivos acessórios permitem a adaptação do sistema de irrigação por aspersão a qualquer situação topográfica ou de área, de modo a facilitar a montagem de seus componentes ([SOARES, 1986](#)). Os mais comuns empregados atualmente consistem no tampão final, haste de subida do aspersor (para o caso de aspersores escamoteáveis), engate rápido para aspersores com válvula de saída, curvas, válvulas de linha, cotovelos de derivação, manômetros, registros de gaveta, derivação em “T”, válvula de retenção, borrachas de vedação, etc ([KNIES, 2010](#)).

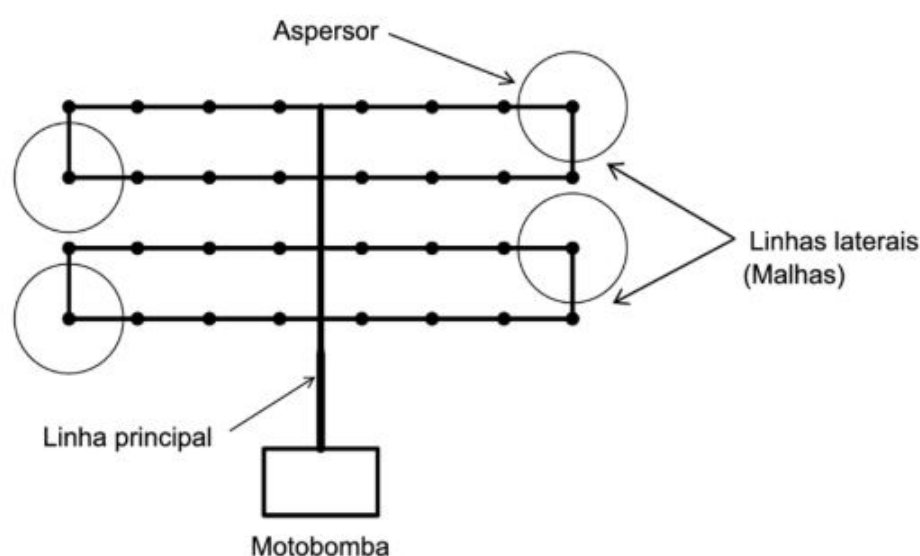


Figura 2 – Exemplo de sistema de irrigação por aspersão ([FERREIRA, 2015](#))

2.2 Justificativa

O projeto foi concebido com o objetivo de elevar a eficiência do sistema de irrigação do Campus Gama da Universidade de Brasília (UnB), promovendo a criação de um sistema portátil e automatizado de irrigação por aspersão.

A técnica de irrigação atualmente empregada no Campus consiste na irrigação por gotejamento, que utiliza-se de uma corrente de tubos (ou mangueiras) espalhados pelo jardim com pequenos furos, nos quais corre a água que servirá as plantas do local. A água percorre os tubos sob pressão e chega facilmente às raízes da plantação, com elevados índices de penetração da mesma no solo ([CONSTRUINDODECOR, 2014](#)).

Apesar de ser uma técnica de irrigação econômica, a irrigação por gotejamento empregada atualmente exige um grande esforço de mão de obra, tendo em vista a grande extensão do gramado da Universidade. São necessárias mudanças manuais constantes de posição das mangueiras no gramado para que este seja irrigado por completo, tornando o sistema ineficiente no que diz respeito à homogeneidade da irrigação e tempo gasto para tal.

Com a realização do projeto proposto, será implementado um sistema de irrigação por aspersão capaz de irrigar uma área de aproximadamente 400 m do gramado do Campus, o qual permite que seja efetuada uma irrigação homogênea e eficaz do terreno, sem qualquer necessidade de interferência manual ou mudança de posição dos aspersores.

O projeto tem como princípio estabelecer uma solução para reduzir os gastos com água na irrigação do Campus, além de evitar o gasto desnecessário de tempo e mão de obra neste processo.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivos Gerais

O projeto traz a solução para o uso equivocado de água da irrigação através do monitoramento e da automatização do processo de irrigação, agendando e tomando decisões autônomas, a partir de dados coletados pelos módulos medidores. Evitando assim, o uso escasso ou excessivo de água para os casos de uso de irrigação por aspersão.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Irrigar uma área de aproximadamente 400m² composta por grama e vegetações rasteiras nas proximidades do UnB-Campus Gama.

-
- Integrar dados coletados com fontes externas provendo garantindo uma melhor tomada de decisão no processo de irrigação.
 - Prover uma base de dados sólida para *BI*.
 - Fomentar soluções inteligentes para o UnB - Campus Gama.

3 Gerenciamento

3.1 Metodologia

Neste tópico é descrito as metodologias que serão utilizadas na gerência do projeto. Não somente metodologias para o grupo geral, mas aquelas que tenham relação a documentação produzida, e as necessárias para a organização das equipes internas.

Para este projeto, as metodologias adequadas são o PMBOK, para descrições de documentos, Kanban para priorização de tarefas e práticas ágeis advindas do Scrum para a realização das tarefas.

3.1.1 PMBOK

O uso do PMBOK como metodologia está restrita nos entregáveis de documentação. Os artefatos adequados a estrutura do projeto e seu gerenciamento são:

- TAP - Termo de Abertura de Projeto
- EAP - Estrutura Analítica de Projeto
- Plano de Gerenciamento de Tempo (Cronograma de Atividades)
- Plano de Gerenciamento Recursos Humanos
- Plano de Gerenciamento de Custos e Aquisições
- Plano de Gerenciamento de Comunicação
- Plano de Gerenciamento de Riscos

3.1.2 Scrum

O Scrum, como um framework para desenvolver, entregar e sustentar produtos (THE..., 2017), traz eventos e papéis que são adequados ao projeto. Os eventos citados são necessários para criar regularidade e minimizar a quantidade de reuniões. Além de serem *time-boxed*, eles contam com rituais a serem seguidos, o que garante a cadência e organização

Escolhido para adequar os entregáveis com o tempo da equipe, temos o evento **Releases**, onde entrega-se os componentes feitos durante os pontos de controle, devidamente documentos em seus relatórios. Logo serão **4 Releases** com duração média de **1 mês** cada.

Já, durante esse período, destrincha-se as tarefas de forma a caberem no evento **Sprint**. Composto pelos rituais descritos abaixo, este evento tem duração de **1 semana**, e em seu final, entrega-se partes do produto.

- **Planning:** Toda a equipe se reúne, juntamente com o Scrum Master e Product Owner, para priorizar as tarefas/requisitos que cada subequipes fará durante a Sprint. O conjunto dessas tarefas é chamado de **Sprint Backlog**.
 - Timebox: Toda as sextas
- **Review:** Ao final da Sprint, os membros se reúnem e o Product Owner revisa cada tarefa que foi priorizada e, com base nos critérios estabelecidos por este no começo da Sprint, decide se a tarefa foi realizada ou não e se essa voltará como priorizada na Sprint seguinte.
 - Timebox: Toda as sextas

Para o funcionamento desses eventos, serão alocados os seguintes papéis:

- **Scrum Master:** tem como responsabilidade promover, e dar suporte aos eventos do Scrum. Ele garante que o escopo e as tarefas foram entendidas pela equipe. Ajuda o time de desenvolvimento em questões técnicas. Também, documenta cada Sprint. Esse papel é desempenhado pelo Coordenadora Geral do projeto.
- **Product Owner:** responsável por maximizar o valor do produto executado pelo time de desenvolvimento durante cada Sprint. Este papel revisa os requisitos do produto (Product Backlog), além de decidir quais são as tarefas prioritárias para a Sprint, ou seja, é responsável por montar a Sprint Backlog. O papel de Product Owner é assumido pelo Diretor de Qualidade do projeto.
- **Time de desenvolvimento:** são aqueles que executaram as tarefas priorizadas pelo o Product Owner. Devem ser auto-organizáveis, ou seja, caso identifiquem outras tarefas a serem executadas para finalizar o entregável da Sprint, devem reportar e realizar. No projeto, Estrutura, Eletrônica e Software agem como times de desenvolvimentos diferentes.

3.1.3 Kanban

Metodologia identificada e aplicada pela Toyota ([KANBAN...](#), 2014), o Kanban é uma palavra japonesa que tem como significado literal "cartão". Ela ajuda a controlar o estado das atividades de forma visual.

O Kanban utilizado pela equipe será dividido em 5 colunas, dentro da ferramenta *Zenhub*, plugin do *Github* descrita no apêndice [C](#). Essas colunas são:

- **Backlog:** todas as tarefas que foram mapeadas no início do projeto e devem ser entregues ao seu final.
- **Sprint Backlog:** atividades priorizadas pelo Product Owner para a Sprint.
- **Doing:** atividades retiradas da coluna *Sprint Backlog* nas quais a equipe está trabalhando.
- **Await Review:** dedicada a tarefas que foram realizadas e estão a espera de revisão dos integrantes do grupo, Scrum Master e Product Owner.
- **Done:** tarefas finalizadas e revisadas.

3.2 Organização da equipe

A equipe deste projeto possui 13 alunos, dos quais são alocados em quatro subequipes: Estrutura, Energia, Eletrônica e Software. Essas subequipes foram definidas de acordo com os componentes do produto. Na tabela 2, descreve-se os membros, a engenharia cursada e suas atribuições, seguindo a metodologia PMBOK.

Tabela 2 – Equipe do Projeto e Funções

Membro	Engenharia	Papel
Bruna Pinos de Oliveira	Software	Coordenadora Geral
Davi de Alencar Mendes	Eletrônica	Diretor de Qualidade
Guilherme Guimarães Lacerda	Software	Diretor técnico
Josué Bezerra Bonfim Filho	Eletrônica	Diretor técnico
Thiago Miranda de Souza	Energia	Diretor técnico
Arthur Faria Campos	Eletrônica	Desenvolvedor
Dhiemerson Souza Amorim	Aeroespacial	Desenvolvedor
Fábio Barbosa Pinto	Eletrônica	Desenvolvedor
Guilherme Augusto Nunes Silva	Software	Desenvolvedor
João Victor Rodrigues dos Santos	Aeroespacial	Desenvolvedor
Marcos Paulo Miranda Costa	Automotiva	Desenvolvedor
Rafael Marques de Lima	Energia	Desenvolvedor
Vitor Falcão Habibe Costa	Software	Desenvolvedor

3.2.1 Stakeholders

- Coordenadora Geral: organiza e prioriza as tarefas de acordo com o cronograma estabelecido.
- Diretor de qualidade: garante que time de desenvolvimento produziu entregáveis de acordo com as especificações feitas, e que estes atualizaram e documentaram essas partes. Também garante que o andamento do projeto está conforme o cronograma.

- Diretor técnico: Acompanha e relata os processos realizados pelos desenvolvedores.
- Time de Desenvolvimento: desenvolve a parte prática do projeto.

3.3 Termo de abertura do projeto (TAP)

O documento Termo de abertura do projeto encontra-se no Apêndice [A](#)

3.4 Estrutura Analítica de Projeto (EAP)

A Estrutura Analítica do Projeto (EAP) explicita a entregas de cada subequipe em relação as Releases/Pontos de Controle da disciplina. Na figura [3](#), está a EAP do projeto.

3.5 Gerenciamento de Atividades

3.5.1 Ferramentas de Comunicação e Gerenciamento

As ferramentas e como se dará a comunicação da equipe e suas subequipes se encontra detalhado no Plano de Comunicação - Apêndice [C](#), e poderá ser alterado caso ocorra a necessidade da equipe.

3.6 Gerenciamento de Recursos Humanos

O plano de gerenciamento de recursos humanos está presente no Apêndice [D](#).

3.7 Cronograma de Tarefas

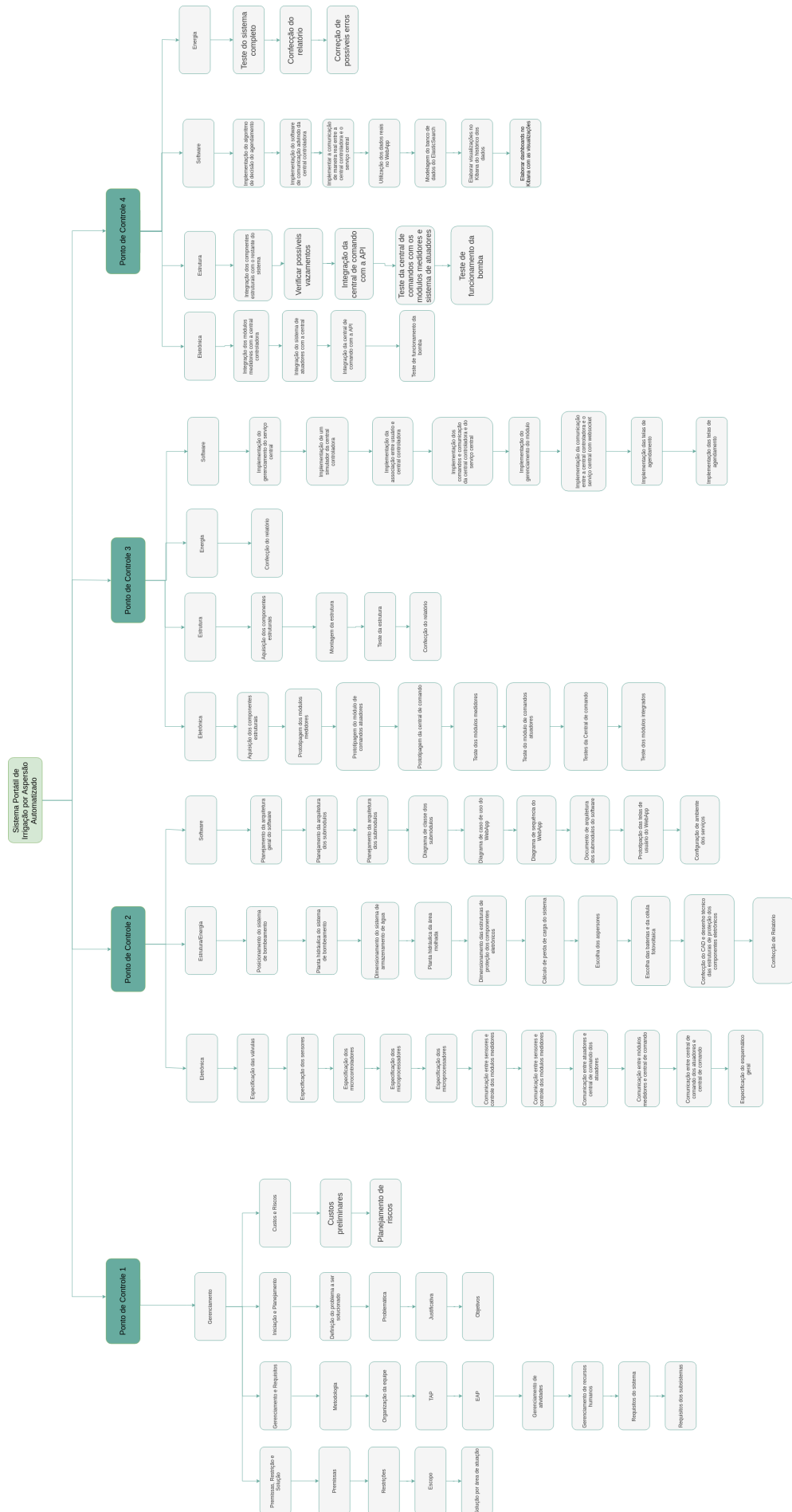


Figura 3 – Estrutura Analítica do Projeto

Ponto de Controle 1		
Sprint		Equipe Responsável
Início	Término	
14/08	30/08	
Sprint 0	INICIAÇÃO	
	Definição do problema a ser solucionado	Geral
	PLANEJAMENTO	
	Problemática	Estrutura e Energia
	Justificativa e Objetivos	Geral
	GERENCIAMENTO	
	Metodologia	Software
	Organização da equipe	Software
	TAP	Software
	EAP	Geral
	Gerenciamento de atividades	Software
	Gerenciamento de recursos humanos	Software
	REQUISITOS	
	Requisitos do sistema	Geral
	Requisitos dos subsistemas	Geral
	PREMISSAS E RESTRIÇÕES	
	Premissas	Software/Eletrônica
	Restrições	Software/Eletrônica
	SOLUÇÃO	
	Escopo	Geral
	Solução por área de atuação	Geral
	CUSTOS	
	Custos preliminares	Energia/Estrutura/Eletrônica
	RISCOS	
	Planejamento de riscos	Geral
	Entrega do PC1	
	30/08	

Figura 4 – Cronograma - Ponto de Controle 1

Sprint	Tarefa	Equipe Responsável
Sprint 1 31/08	Posicionamento do sistema de bombeamento	Energia/Estrutura
	Planta hidráulica do sistema de bombeamento	Energia/Estrutura
	Dimensionamento do sistema de armazenamento de água	Energia/Estrutura
	Planta hidráulica da área molhada	Energia/Estrutura
	Posicionamento do sistema fotovoltaico	Energia
	Especificação dos sensores	Eletrônica
	Especificação das válvulas	Eletrônica
	Especificação dos microcontroladores	Eletrônica
	Especificação dos microprocessadores	Eletrônica
	Dimensionamento das estruturas de proteção dos componentes eletrônicos	Energia/Estrutura
	Planejamento da arquitetura geral do software	Software
	Planejamento da arquitetura dos submódulos	Software
	Destripar os requisitos de alto nível em histórias de usuário	Software
Sprint 2 07/09	Cálculo de perda de carga do sistema	Energia
	Escolha dos aspersores	Energia
	Escolha das baterias e da célula fotovoltaica	Energia
	Confeção do CAD e desenho técnico das estruturas de proteção dos componentes eletrônicos	Estrutura
	Especificação dos protocolos de comunicação assíncrona	Eletrônica
	Comunicação entre sensores e controle dos módulos medidores	Eletrônica
	Comunicação entre atuadores e central de comando dos atuadores	Eletrônica
	Diagrama de classe dos submódulos	Software
	Diagrama de caso de uso do WebApp	Software
	Diagrama de sequência do WebApp	Software
	Documento de arquitetura dos submódulos do software	Software
	Diagrama NFR dos submódulos	Software
Sprint 3 14/09	Escolha da bomba hidráulica do sistema	Energia/Estrutura
	Escolha da plataforma móvel	Estrutura
	Escolha do painel solar de alimentação da bomba hidráulica	Energia
	Confeção do CAD e desenho técnico da plataforma móvel	Estrutura
	Comunicação entre módulos medidores e central de comando	Eletrônica
	Prototipação das telas de usuário do WebApp	Software
	Configuração de ambiente dos serviços	Software
	Matriz de Rastreabilidade	Software

Figura 5 – Cronograma - Ponto de Controle 2

Sprint 4 21/09	Confecção do relatório da solução estrutural	Energia/Estrutura
	Confecção do relatório do sistema fotovoltaico	Energia
	Confecção do relatório do sistema de bombeamento	Energia
	Comunicação entre central de comando dos atuadores e central de comando	Eletrônica
	Modelagem do banco de dados	Software
	Cadastro de usuário no WebApp	Software
	Login de usuário no WebApp	Software
Sprint 5 28/09	Comunicação do serviço central com API climática	Software
	Confecção do relatório da solução estrutural	Energia/Estrutura
	Aquisição dos componentes estruturais	Estrutura
	Confecção do relatório do sistema de bombeamento	Energia
	Especificação do esquemático geral	Eletrônica
	Pesquisar o impacto de cada variável no agendamento da irrigação	Software
	Desenvolver visualização dos dados de temperatura	Software
	Desenvolver visualização dos dados de umidade	Software

Figura 6 – Cronograma - Ponto de Controle 2 (Continuação)

Sprint	Tarefa	Equipe Responsável
Sprint 6 05/10	Aquisição dos componentes estruturais	Estrutura
	Prototipagem dos módulos medidores	Eletrônica
	Prototipagem do módulo de comandos atuadores	Eletrônica
	Implementação do gerenciamento do serviço central	Software
	Implementação de um simulador da central controladora	Software
	Implementação da associação entre usuário e central controladora	Software
Sprint 7 12/10	Montagem da estrutura	Estrutura
	Teste da estrutura	Estrutura
	Confecção do relatório	Todas
	Prototipagem da central de comando	Eletrônica
	Teste dos módulos medidores	Eletrônica
	Teste do módulo de comandos atuadores	Eletrônica
	Implementação dos comandos e comunicação da central controladora e do serviço central	Software
	Implementação do gerenciamento do módulo	Software
Sprint 8 19/10	Teste da estrutura	Estrutura
	Confecção do relatório	Todas
	Testes da Central de comando	Eletrônica
	Teste dos módulos integrados	Eletrônica
	Implementação da comunicação entre a central controladora e o serviço central com websocket	Software
	Implementação das telas de agendamento	Software

Figura 7 – Cronograma - Ponto de Controle 3

Sprint	Tarefa	Equipe Responsável
Sprint 9 26/10	Integração dos componentes estruturais com o restante do sistema	Estrutura
	Integração dos módulos medidores com a central controladora	Eletrônica
	Implementação do algoritmo de decisão do agendamento	Software
	Implementação do software de comunicação advindo da central controladora	Software
Sprint 10 02/11	Verificar possíveis vazamentos	Estrutura
	Integração do sistema de atuadores com a central	Eletrônica
	Implementar a comunicação de maneira real entre a central controladora e o serviço central	Software
Sprint 11 09/11	Verificar o funcionamento de todos os componentes do sistema	Estrutura
	Integração da central de comando com a API	Eletrônica
	Utilização dos dados reais no WebApp	Software
	Modelagem do banco de dados do Elasticsearch	Software
Sprint 12 16/11	Teste de portabilidade	Estrutura
	Teste da central de comandos com os módulos medidores e sistema de atuadores	Eletrônica
	Elaborar visualizações no Kibana do histórico dos dados	Software
	Teste de montagem e desmontagem	Estrutura

Figura 8 – Cronograma - Ponto de Controle 4

Sprint 13 23/11	Teste de funcionamento da bomba	Estrutura
	Teste do sistema completo	Todas
	Confeção do relatório	Todas
	Correção de possíveis erros	Todas
	Elaborar dashboards no Kibana com as visualizações	Software
	Correção de possíveis erros	Todas
Sprint 14 30/11	Confeção do relatório	Todas

Figura 9 – Cronograma - Ponto de Controle 4 (Continuação)

4 Requisitos

4.1 Requisitos do Sistema

Abaixo estão descritos os requisitos de alto nível do sistema:

- O usuário poderá gerenciar o agendamento da irrigação remotamente.
- O usuário poderá gerenciar as centrais de controle remotamente.
- Os atuadores deverão cobrir a irrigação de toda área planejada.
- O usuário poderá analisar a eficiência da irrigação remotamente.
- O sistema deverá propor ao usuário as condições propícias para a irrigação.
- O sistema deverá ser escalável.
- O sistema deverá ser portátil.

4.2 Requisitos dos Subsistemas

4.2.1 Requisitos Estruturais

- A estrutura deve ser capaz de resistir às condições de umidade e temperatura.
- Os elementos sensíveis à água devem ser isolados e protegidos pela estrutura.
- A estrutura deve ser flexível e leve o suficiente para que haja portabilidade
- A estrutura deve permitir uma boa transmissão do sinal para a central de controle.
- A estrutura deve prover uma iluminação de penumbra (baixo consumo).
- A estrutura deve permitir uma boa transmissão do sinal para a central de controle.
- A estrutura deve ser de fácil instalação.
- Os elementos sensíveis à água devem ser isolados e protegidos pela estrutura.
- A estrutura deve ser otimizada para evitar o desperdício de água.
- A estrutura deve ser capaz de resistir ao peso de seus componentes
- A estrutura deve resistir a pressão da água requerida para o funcionamento.
- O consumo de água do sistema deve ser menor que o consumo atual.

4.2.2 Requisitos de Engenharia de Energia

- O módulo deve ser alimentado por baterias recarregáveis;
- O módulo deve ter autonomia energética de 5 dias;
- O módulo deve ser alimentado por uma célula fotovoltaica;
- A central de comando deve ser alimentada por meio de fonte de 5 volts;
- A alimentação deve ser baseada em painéis fotovoltaicos;
- O sistema fotovoltaico deve possuir grupos de baterias;
- A bomba hidráulica, as válvulas solenoides e sensores serão alimentadas pelo sistema fotovoltaico *offgrid*.

4.2.3 Requisitos de Engenharia Eletrônica

A partir do escopo do projeto, foi possível levantar os requisitos dos sistemas eletrônicos, os quais são:

- A central deve controlar os atuadores para irrigação;
- A central deve prover informações em um *display*;
- A central deve ser capaz de exportar dados armazenados;
- A central deverá formatar os dados recebidos dos atuadores;
- A central deve possuir um sistema embarcado;
- A central deve processar as informações provenientes dos módulos de medição;
- A central deve ser capaz de se comunicar com os módulos de medição;
- A central deve ser capaz de se comunicar com a internet;
- A central deve ser capaz de armazenar dados para posterior envio em caso de falha de conexão com a nuvem;
- A central deve ser capaz de detectar falhas de comunicação com os módulos de medição;
- A central deve ser capaz de detectar falhas em sensores nos módulos de medição;
- A central deve ser capaz de detectar falhas de comunicação com os atuadores;

- A central deve alertar ações/medições fora do esperado conforme configuração em relação aos atuadores e módulos medidores;
- A central deverá enviar para o serviço central os dados tratados;
- A central deverá informar para o serviço central o cadastro de novos módulos medidores;
- Ao iniciar uma nova central o serviço central deverá ser notificado;
- Ao receber a resposta da notificação de inicialização, deve-se armazenar em memória não volátil a chave de autenticação;
- Ao receber a resposta da notificação de inicialização, deve-se mostrar em um display a chave de acesso;
- O módulo deve medir a umidade do solo em uma profundidade definida;
- O módulo deve medir a temperatura do solo sob a superfície;
- As medições devem ser adquiridas com um período de 1 minuto, se a irrigação estiver ligada e 10 minutos, caso esteja desligada;
- O módulo deve estimar a capacidade da bateria remanescente;
- O módulo deve ser capaz de se comunicar com a central de comando através de radiofrequências;
- O módulo deve transferir os dados adquiridos para a central via RF;
- Os módulos se comunicam exclusivamente com a central de comando;
- O sistema de atuadores deve processar as requisições provenientes da central de comandos;
- O sistema de atuadores deve mensurar o gasto hídrico;
- O sistema deve controlar os atuadores por meio de relês;
- O sistema deve possuir modos de operação manual e automático;
- O sistema de atuadores deve armazenar os dados adquiridos de gasto hídrico;
- O sistema de atuadores deve ser capaz de se comunicar com a central de comando através de radiofrequências;
- O sistema deve transferir os dados adquiridos para a central de comando através de radiofrequências;
- O sistema de atuadores se comunica exclusivamente com a central de comando.

4.2.4 Requisitos de Engenharia de Software

- O serviço central deve gerar a chave de registro de maneira aleatória ao ser notificada sobre a conexão de uma nova central
- O serviço central deve possuir *endpoints* para conexão das *websockets* com a Central
- O serviço central deve manter uma conexão em tempo real com a Central para manter o envio de eventos.
- O serviço central deve enviar para o Elasticsearch os dados recebidos.
- O serviço central deve ter autonomia para decidir o acionamento das tarefas automatizadas ou agendadas.
- O serviço central deve fazer o agendamento das tarefas dos atuadores.
- O Elasticsearch deve configurar a estrutura do documento.
- O Elasticsearch deve armazenar os documentos em um índice.
- O Kibana deve consumir os documentos armazenados no índice do Elasticsearch
- O Kibana deve disponibilizar visualizações para cada dado armazenado no índice do Elasticsearch.
- A aplicação deve gerenciar usuários, que serão separados entre administradores e de negócio.
- A aplicação deve disponibilizar o *status* de cada módulo medidor.
- A aplicação deve disponibilizar o estado de cada central.
- A aplicação deve disponibilizar os dados de cada módulo medidor cadastrado.
- O usuário administrador poderá validar a chave de acesso para adicionar uma nova central.
- O usuário administrador pode gerenciar cada central.
- O usuário administrador pode gerenciar os usuários do sistema.
- A aplicação deve disponibilizar uma interface para gerenciar o agendamento das irrigações.

4.2.5 Requisitos de Segurança

- Um módulo medidor deverá se conectar apenas com uma central de controle.
- O cadastro de uma central de controle à um usuário deverá ser através de uma chave de acesso disponibilizada para ambos.
- Um atuador deverá se conectar apenas com uma única central de controle.
- A senha do usuário deverá ser encriptada.
- Garantir o isolamento de dados entre os usuários.

4.2.6 Requisitos de Usabilidade

- A central de controle deve ser de fácil configuração.
- O módulo medidor deve ser de fácil configuração.
- Todo o sistema deverá ter uma boa portabilidade.
- O WebApp deverá orientar e dar *feedbacks* ao usuário sobre como utilizar o sistema.
- O WebApp deverá fornecer uma interface intuitiva que guie todas as ações possíveis de interação entre o usuário e o sistema.

5 Premissas e Restrições

Para a excelência da execução do projeto, restrições e premissas foram levantadas. Estes foram a base para o planejamento do projeto.

5.1 Premissas

- O sistema deve ser portátil;
- Os módulos devem ser resistentes a água;
- O sistema deve se comunicar com a aplicação web;
- O usuário deve ter facilidade na instalação do sistema;
- O gerenciamento do sistema deve ser remoto;
- O usuário deve poder acompanhar os dados do sistema;
- O usuário deve ser capaz de adicionar outros sistemas.

5.2 Restrições

- Os integrantes do grupo não terão acesso às instalações físicas do Galpão para produção e construção de elementos do projeto.
- O local de instalação da Central de Controle requer conexão à Internet.
- Os módulos medidores e o sistema de atuadores devem estar dentro do alcance da comunicação de radiofrequência para transmissão de dados.
- O sistema de irrigação requer um ponto de fornecimento de água em suas proximidades.

6 Solução

6.1 Escopo

O projeto compreende de um sistema de irrigação por aspersão com opção de controle remoto, equipado com módulos medidores coletando dados do solo utilizados no processo de irrigação. A estrutura do projeto abrange também um sistema de atuadores para fornecimento de água aos aspersores.

O produto consiste, em sua parte lógica é composto por uma aplicação *mobile* para cada usuário e um conjunto de microserviços únicos como o servidor de gerenciamento, de interface com o usuário e de coleta de dados.

A composição da solução eletrônica basea-se no sensoramento da temperatura e umidade por meio dos módulos presentes na região de irrigação, podendo manter essa rotina mesmo em momentos sem irrigação. Ademais, a solução engloba também o sensoramento do gasto hídrico no sistema de atuadores e a ativação da irrigação de maneira remota. Como elemento integrante entre as partes apresentadas propõe-se o uso de uma central de controle baseada em um sistema embarcado microprocessado para coleta/processamento/armazenamento das informações provenientes desses outros sistemas.

A solução eletrônica visa integrar a estrutura física do projeto juntamente a solução de energia, realizando uma interface analógico-digital com a solução de software.

A comunicação entre a parte física e lógica é feita a partir de duas interfaces providas dentro do servidor de gerenciamento, uma de protocolo *websocket* para comunicação *full-duplex* e uma API REST para envio de dados da central para o servidor. Uma nova conexão entre o usuário e a central é feita a partir de *tokens* de autenticação, enquanto entre o servidor de gerenciamento e a central é feita de maneira automática pois, o servidor está exposto de maneira pública à rede global de computadores.

A aplicação *mobile* abasta o usuário com *data visualization* proveniente de dois dos microserviços, o Kibana e Elasticsearch, e é apresentada de maneira intuitiva e informativa. Além disso é a responsável por agir como interface de comandos entre o usuário e o servidor de gerenciamento que será responsável por redirecionar os comandos para o dispositivo apropriado.

6.2 Lista É/Não é

A lista É/Não é, que mantém claro o que o projeto Irri abrange, encontra-se no Apêndice B.

6.3 Solução Estrutural

O sistema aqui proposto para o irrigador automático foi concebido como sendo leve e portátil, isto é, permitindo o fácil transporte para diferentes locais em que haja a necessidade de irrigação. Esta portabilidade contribui significativamente para melhorar a eficiência de irrigação do gramado bem como a fácil locomoção dos equipamentos.

Para isso, foi proposta como solução estrutural uma plataforma móvel, na qual serão alocados a motobomba, um reservatório e os sensores. A distribuição desses sistemas na plataforma ocorrerá de forma a minimizar espaços livres e impedir que qualquer equipamento seja danificado durante o transporte.

A plataforma irá possuir uma haste para o deslocamento da forma mais confortável possível, sendo necessário apenas uma pessoa para mover os equipamentos listados anteriormente. Além disso, será constituída de 4 rodas ao longo de sua extensão, sendo estas escolhidas de forma a não danificar o gramado. Logo, tem-se um esboço em CAD da concepção da plataforma em que serão alocados os sistemas para o transporte, caso haja necessidade de mudança de local do sistema de irrigação.



Figura 10 – CAD preliminar da plataforma móvel de transporte dos equipamentos.

Ademais, serão também projetadas e construídas estruturas para o armazenamento e proteção dos equipamentos eletrônicos sensíveis à umidade e condições adversas do tempo, de acordo com seu tamanho e geometria. A confecção das mesmas será efetuada com o uso de impressões 3D, cujo material constituinte será ainda escolhido de acordo com o posicionamento do equipamento no sistema de irrigação.

Um exemplo de uma dessas estruturas de proteção consiste na cápsula de proteção do módulo medidor, exibida na Figura 4. cuja função consiste em proteger a central de comando do sistema das intempéries do solo. A central será fixada no gramado e permitirá a colheita de dados relativos às condições de temperatura e umidade.



Figura 11 – CAD preliminar da cápsula de proteção do módulo medidor.

6.4 Solução de Energia

O fornecimento da alimentação dos circuitos elétricos envolvidos, bem como o desenvolvimento do sistema hidráulico do módulo constam no escopo desta solução. Objetivando a autonomia e maior eficiência da irrigação, a solução abrangerá sistemas fotovoltaicos com baterias, sistema de bombeamento hidráulico de acionamento automático e aspersores com regulação de ângulo.

6.4.1 Sistema de Bombeamento Hidráulico

Prezando pela evolução na utilização de recursos hídricos, serão usados mangueiras de policloreto de vinila (PVC) fixadas no solo, aspersores termoplásticos com regulagem de ângulo, uma bomba hidráulica e válvulas solenoides. O sistema de bombeamento funcionará por sucção com o auxílio de um reservatório de água composto por boias hidráulicas que vão regular a entrada de água no reservatório. Ainda neste escopo e como fator determinante para o sucesso desta solução, será calculada a perda de carga devido a rugosidade da mangueira de PVC e acessórios que serão utilizados. O escopo deste projeto não envolve a captação de águas subterrâneas, cabendo ao usuário disponibilizar ponto de água para o sistema de armazenamento de água e monitorar o funcionamento destes equipamentos via software.

Preliminarmente, uma projeção da área a ser irrigada pelo sistema de bombeamento hidráulico foi disposta no local onde serão realizados os testes.



Figura 12 – Projeção de area irrigada utilizando AutoCAD.

6.4.2 Sistema de Alimentação Fotovoltaico Offgrid

Ainda prezando pela autonomia, será dimensionado um sistema fotovoltaico com baterias para alimentação de todos os circuitos eletrônicos e, principalmente, a bomba hidráulica e válvulas solenoides. Não cabe ao projeto realizar a construção de equipamentos como controladores de carga, inversores, trocadores de calor etc. No entanto, a solução desenvolvida proporcionará confiabilidade técnica ao usuário com a aquisição de equipamentos de qualidade.

6.5 Solução de Eletrônica

A solução proposta para o sistema eletrônico é baseada no desenvolvimento de três componentes: **Central de Controle**, **Módulos Medidores** e um **Sistema de Atuadores**.

6.5.1 Central de Controle

Nesse sentido, a Central de Controle é responsável por interpretar dados sensoriais provenientes dos Módulos Medidores e do Sistema de Atuadores. Ademais, recebe comandos do serviço gerenciador - parte da arquitetura da solução de software. A central então comunica-se com os Módulos Medidores e Sistema de Atuadores provendo a rotina de funcionamento desejada. Por fim, a central mantém-se gerenciando e adquirindo informações dos módulos durante o período no qual o sistema não está irrigando.

A adoção de um sistema microprocessado com suporte para um sistema operacional e entradas e saídas de propósito geral, protocolos de comunicação como *UART*, *SPI*, *I2C* e afins juntamente com acesso à internet e conexão Bluetooth torna-se preferível (contra sistemas baseados microcontroladores) para a Central tendo em vista as funções desempenhadas. Destaca-se também a viabilidade do uso um sistema de comunicação em radiofrequências (RF) já que tanto os Módulos Medidores e o Sistema de Atuadores estarão dispostos em um espaço externo e uma certa distância da Central de Controle.

Finalmente, a central também apresenta aspectos funcionais para os usuários de maneira que por meio de um *display* o usuário possa visualizar algumas informações e realizar certos ajustes do sistema como um todo. Entretanto, as funcionalidades de maior valor para o usuário final serão parte constituinte da solução de software.

6.5.2 Módulos Medidores

Os Módulos Medidores realizam a coleta dos dados de interesse após serem conectados a Central de Controle e instalados na região de irrigação. Trata-se de um componente microcontrolado projetado para ter uma autonomia energética estendida, comunicando-se unicamente com a Central de Controle para transmissão dos dados coletados via radiofrequência. Adicionalmente, propõe-se o uso de uma célula fotovoltaica como apoio a alimentação provida pelas baterias do módulo.

Finalmente, destaca-se a necessidade de uma estrutura leve e portátil sendo capaz de isolar e proteger elementos sensíveis a água internamente. Fatores como temperatura e umidade impostas pelo ambiente serão considerados para a adequação dessa estrutura a sua finalidade.

6.5.3 Sistema de Atuadores

O Sistema de Atuadores é o componente de irrigação contendo todo o sistema de bombeamento e transporte da água. Do ponto de vista da eletrônica destacam-se as responsabilidades em receber comandos da Central de Controle para ativação da irrigação e sensoramento do gasto hídrico. Igualmente aos Módulos Medidores, os elementos eletrônicos sensíveis serão protegidos da água internamente na estrutura. Mantém-se também o mecanismo de comunicação via radiofrequência para comunicação com a Central de Controle e uma arquitetura micro controlada.

6.6 Solução de Software

A solução de software trata-se de uma aplicação *Web* responsiva que permitirá o monitoramento das centrais e seus módulos medidores associados de forma a serem gerenciadas facilmente por cada usuário responsável pelo ambiente a ser irrigado.

O sistema como um todo é subdividido em serviços que terão responsabilidades específicas para compor o produto de software como um todo, trabalhando com o acoplamento entre arquiteturas para estabilizar um sistema mais robusto e seguro.

6.6.1 Representação arquitetural

A arquitetura geral do sistema é composta pelo conjunto das arquiteturas mestre-escravo e de microserviços, com a finalidade de tratar mais apropriadamente o fluxo de comunicação entre o serviço gerenciador e as centrais controladoras associadas, que realizam a coleta e o gerenciamento de dados.

6.6.1.1 Mestre-Escravo

A arquitetura mestre-escravo, também denotada como arquitetura supervisor-trabalhador, é uma arquitetura de sistema em que um dos componentes realiza o sistema de controle (denominado mestre) e os outros realizam tarefas específicas (denominados escravos), com o objetivo de transferir as informações coletadas ao mestre.

Ao analisar a Figura 13, é possível associar os papéis representados com o proposto pela arquitetura, sendo que:

- Mestre: serviço gerenciador responsável por realizar a coleta das métricas coletadas pelos módulos a partir das centrais cadastradas, possibilitando a associação via chave de acesso, além de realizar o tratamento das informações disponibilizar para a aplicação *web*, abordando-o como um sistema reconfigurável.

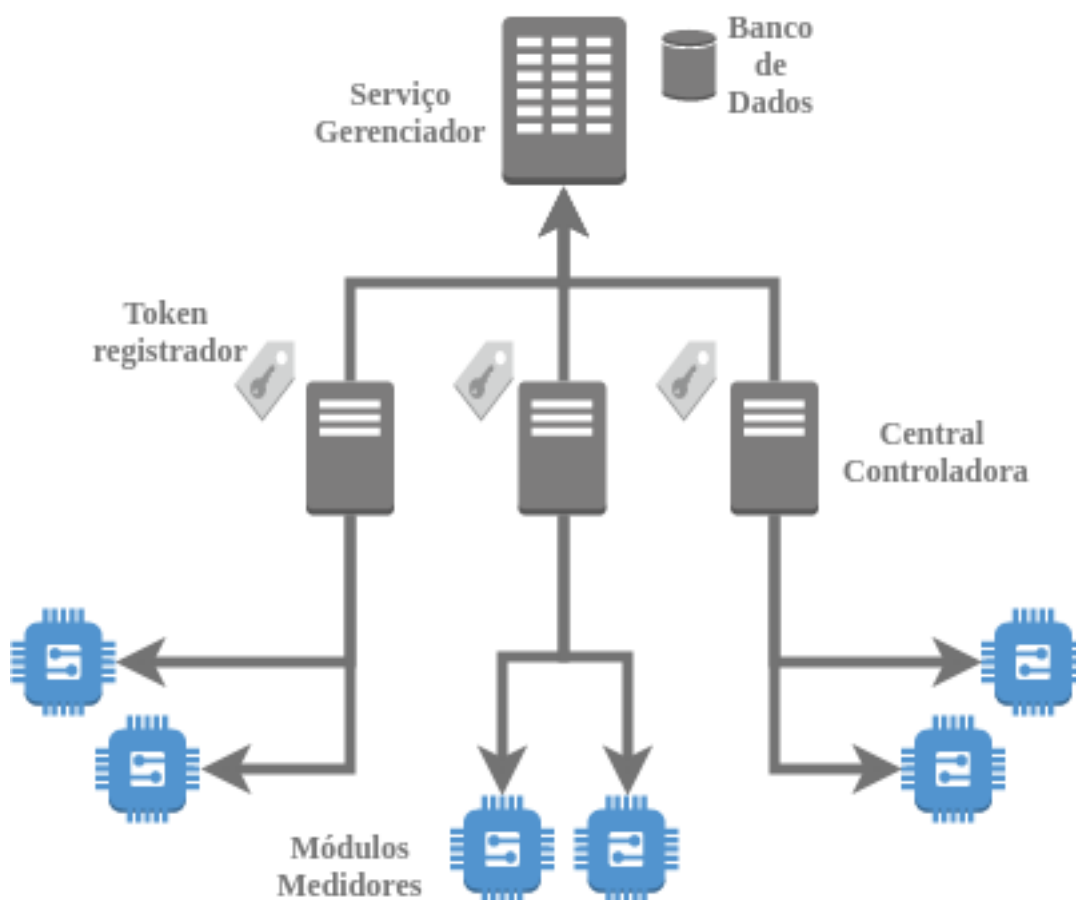


Figura 13 – Representação da arquitetura Mestre-Escravo com várias centrais

- Escravos: centrais controladoras responsáveis pela coleta dos dados dos módulos medidores, com a proposta final de realizar o envio dos resultados ao Serviço Gerenciador.

6.6.1.2 Microserviços

Com o foco no baixo acoplamento e na alta coesão, a arquitetura de microserviços propõe a fragmentação do sistema geral em diversos serviços específicos. Com o objetivo de manter uma fácil manutenibilidade nos serviços criados e uma boa estabilidade no serviço como um todo, impedindo a interrupção do sistema por completo do sistema, além de uma fácil escalabilidade para novas funcionalidades.

Os serviços apresentados na Figura 14 terão a finalidade de construir uma aplicação com mais variabilidade e escalabilidade, agregando valor a mais ao produto final.

- Elasticsearch: um dos serviços que compõe o ElasticStack, sendo considerado a parte mais importante de toda sua stack por ser uma ferramenta que permite a realização de buscas em tempo real dos dados armazenados em no banco de dados da aplicação associando à estrutura não-relacionado de banco de dados orientado

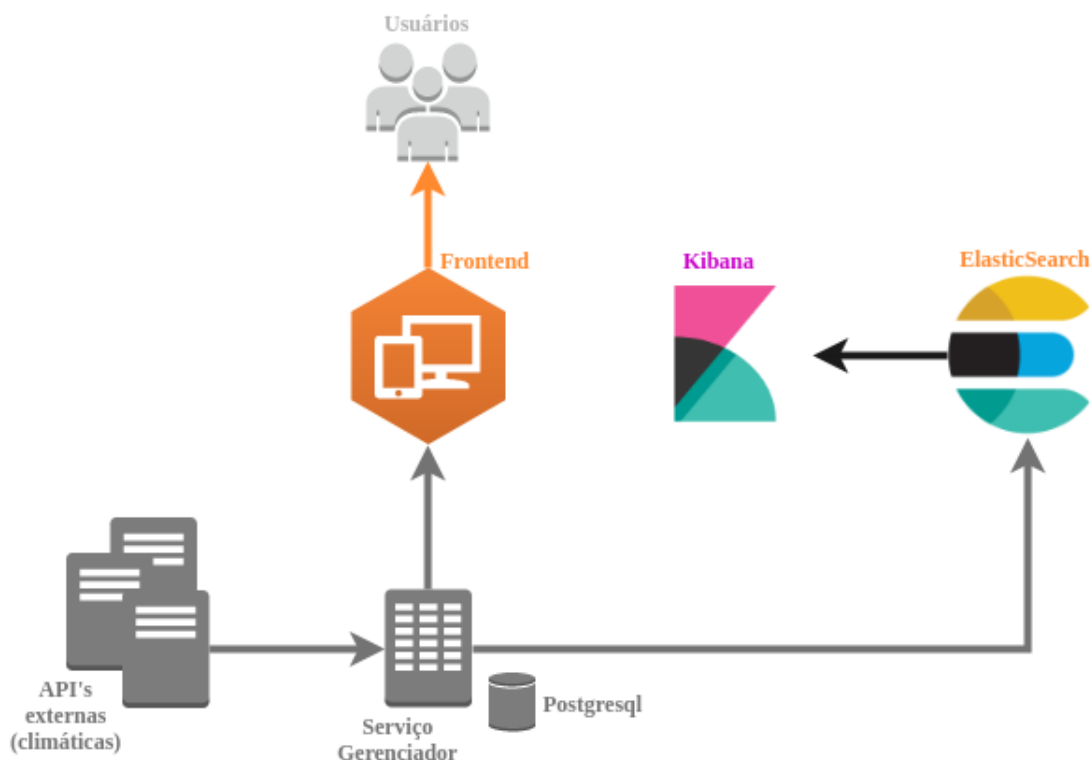


Figura 14 – Representação da arquitetura de microsserviços

à documento. Ele será o serviço que reunirá todos os dados coletados ao longo do tempo e disponibilizará para o serviço de visualização.

- Kibana: serviço de visualização que compõe a ElasticStack. Tem como principal funcionalidade fornecer recursos geradores de visualizações para os dados armazenados no ElasticSearch. Um exemplo de aplicação desse serviço pode ser visto na figura 15.
- APIs externas: serviços que possuem tarefas específicas para serem feitas, dependentes do tipo de informação que será necessário coletar para realizar a análise do ambiente para realizar o processo automatizado de irrigação.
- Serviço gerenciador: serviço associado à outra arquitetura apresentada que será tratado como o componente central do sistema como um todo, possuindo robustas finalidades para realizar o processo automatizado da irrigação através de agendamento, realizando uma análise detalhada das condições climáticas do ambiente e do solo.
- Postgresql: banco de dados responsável pelo manuseamento de todos os dados necessários para o bom funcionamento do serviço gerenciador.

Desse modo, a aplicação desta arquitetura é de extrema importância para haver uma boa relevância na solução de software, garantindo um alto valor para o usuário,

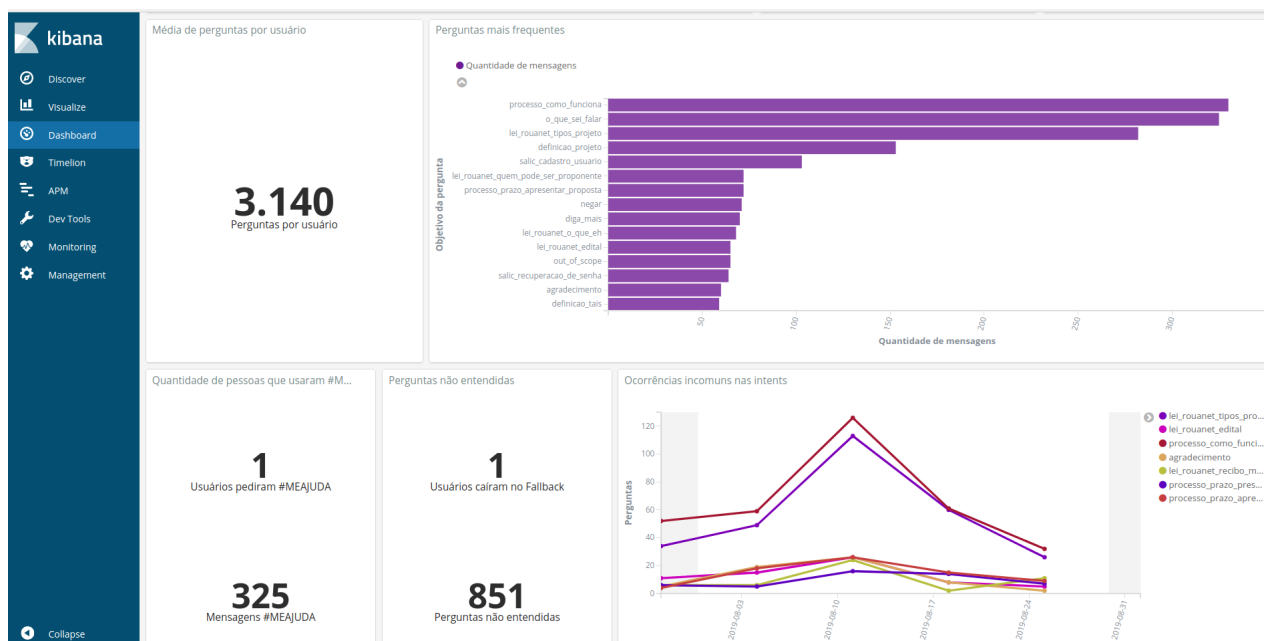


Figura 15 – Exemplo de gráficos gerados pelo Kibana (TAIS..., 2017)

conseguindo, de forma prática, realizar o monitoramento em tempo real dos locais onde os módulos e as centrais estão alocadas.

8 Riscos

O Guia PMBOK 6ª edição descreve a importância do gerenciamento de riscos que estão inertes no desenvolvimento de quaisquer tipo de projeto. Identificar os Riscos é o processo de identificação dos riscos individuais do projeto, bem como fontes de risco geral do projeto, e de documentar suas características.

A documentação e o rastreamento de cada risco inerente ao projeto é o principal benefício deste processo, permitindo executar ações preventivas e mitigar o impacto no desenvolvimento do projeto.

A probabilidade de ocorrência de cada risco é quantificada a partir do intervalo de **Muito Baixo**, **Baixo**, **Médio**, **Alto** e **Muito Alto**, representado pela porcentagem abaixo, respectivamente.

- Muito Baixo (0 - 20%)
- Baixo (21% - 40%)
- Médio (41% - 60%)
- Alto (61% - 80%)
- Muito Alto (81% - 100%)

8.0.1 Análise quantitativa dos Riscos

Os riscos estão associados à todo processo de desenvolvimento e planejamento do projeto. Isto posto, é necessário quantificar qual seria o impacto, probabilidade e prioridade da ocorrência deste risco no decorrer do desenvolvimento.

Para quantificar este impacto, foi definido um sistema de quantificação que possui a seguinte escala:

- Muito Baixo
- Baixo
- Moderado
- Alto
- Muito Alto

8.1 Planejamento de Respostas dos Riscos

O planejamento de respostas dos riscos considera atividades, rotinas e propostas em resposta aos riscos associados à solução proposta. Nesse sentido, é necessário seguir uma ordem de aplicação dessas atividades a qual está descrita a seguir.

8.1.1 Riscos Negativos

Os riscos negativos impactam o andamento do projeto de maneira que impede ou dificulta a sua execução. Para evitar esses entraves, as seguintes medidas podem ser tomadas:

8.1.1.1 Prevenção

A prevenção é uma estratégia de resposta ao risco, assim, a equipe age de modo a eliminar a ameaça ou proteger o projeto contra os impactos provenientes desses riscos. Ou seja, o planejamento feito pode ser alterado buscando a eliminação total da ameaça. Pode-se, também, estender o cronograma, alterando a estratégia ou até mesmo reduzir o escopo para que tais riscos sejam prevenidos.

8.1.1.2 Transferência

A estratégia consiste na transferência de riscos alocando o impacto e a responsabilidade da ameaça para terceiros. No entanto, esse tipo de abordagem não é capaz de eliminar o risco, apenas designa o esforço de gerenciamento dela para uma outra área, equipe ou software.

8.1.1.3 Mitigação

O processo de mitigar um risco é uma resposta em que a equipe envolvida no desenvolvimento do projeto atua buscando a redução da probabilidade ou impacto do risco. Ações que buscam a redução da ocorrência do risco são mais vantajosas do que a de reparar danos. Há situações em que não é possível reduzir a probabilidade de ocorrência do risco, então, deve-se abordar fatores capazes de determinar a gravidade do impacto.

8.1.1.4 Aceitação

A aceitação é uma medida que deve ser evitada já que implica em uma falta de ação em resposta ao risco. Essa abordagem só é aplicada quando não há solução ou há inviabilidade econômica para evitar, diminuir ou transferir.

8.1.2 Descrição dos Riscos

Tabela 4 – Riscos

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Medida a tomar
Risco do Projeto				
A Universidade aderir à greve em apoio a educação	Paralisação do desenvolvimento do projeto	Baixa	Muito Alto	<p>Aceitação - Aguardar o retorno das atividades acadêmicas.</p> <p>Prevenir - Fazer um replanejamento do escopo adequando-o às novas datas das <i>releases</i> após a greve</p>
Algun membro desistir e/ou trancar a disciplina	Gerar uma carga de trabalho maior para os outros membros da equipe Atrasar o desenvolvimento do projeto	Moderada	Muito Alto	<p>Prevenir - Fazer um acompanhamento pessoal toda semana do desempenho de cada membro, e adequando o trabalho à sua necessidade</p> <p>Mitigar - Adequar o escopo do projeto às datas das <i>releases</i> e a quantidade de membros do projeto</p>

Aumento no custo de produção do projeto devido à adversidades	A equipe necessitará de mais verba para finalização do projeto	Alta	Moderado	Prevenir - Fazer um planejamento de custos com uma margem para ações emergenciais de gastos
Danificação dos componentes físicos do projeto	Atraso no desenvolvimento e aumento no custo do projeto	Alta	Alto	Prevenir - Possuir peças reservas para componentes mais críticos
Perda, roubo ou furto de equipamento dos membros ou do projeto	Atraso no desenvolvimento do projeto e aumento no custo de produção	Baixa	Alto	Aceitação Mitigar - Redistribuir as atividades à serem realizadas de acordo com as condições de cada membro da equipe

Riscos de Estrutura

A estrutura não se integrar corretamente com as outras áreas	Atraso no desenvolvimento do projeto e aumento no custo de produção	Moderado	Muito Alto	Prevenir - Grupo de estrutura deve sempre conversar com as demais áreas
Estrutura ser danificada durante montagem/transporte dos componentes	Atraso no desenvolvimento do projeto e aumento no custo de produção	Baixo	Alto	Prevenir - Ter cautela durante o transporte da estrutura e procurar um local fixo para deixá-la armazenada

A equipe de estruturas não ter domínio sobre os dimensionamentos a serem feitos	Atraso no desenvolvimento do projeto	Baixo	Muito alto	Prevenir - Estudar sobre cálculos de vazão.
Estrutura não ter domínio sobre cálculo e simulação da perda de cargas	Atraso no desenvolvimento do projeto e baixa eficiência	Moderado	Moderado	Prevenir - Estudar os cálculos sobre perdas de cargas e simulação
Estrutura não suporta o peso dos componentes	Atraso no desenvolvimento do projeto e aumento no custo de produção	Moderado	Alto	Prevenir - Efetuar simulações estruturais em softwares de elementos finitos antes da escolha dos materiais e peças constituintes
Estrutura não ter portabilidade o suficiente para ser transportada	Aumento do custo de produção	Moderado	Baixo	Prevenir - Realizar esboços e teste com todos os componentes
Estrutura não suportar as condições climáticas do sol e chuva	Aumento do custo de produção e perda de componentes	Alto	Alto	Prevenir - Realizar simulações estruturais antes da construção do sistema

Ocorrer vazamento nas tubulações	Aumento do custo de produção, atraso no desenvolvimento do projeto e baixa eficiência	Moderado	Alto	Prevenir - Verificar os acoplamentos entre as tubulações do sistema e observar se não há rachaduras nas mesmas
Rachadura nas tubulações	Aumento do custo de produção e atraso no desenvolvimento do projeto	Moderado	Alto	Prevenir - Verificar a tubulação antes da compra e evitar o manuseio incorreto das mesmas
Motobomba não funcionar	Atraso no desenvolvimento do projeto e possível elevação do custo	Baixo	Muito alto	Prevenir - Verificar o correto funcionamento do equipamento antes de efetuar a compra do mesmo e evitar o manuseio incorreto
Aspersores não funcionarem corretamente	Atraso no desenvolvimento do projeto e possível elevação do custo	Moderado	Alto	Prevenir - Verificar se o dimensionamento do sistema como um todo foi feito corretamente e se as especificações foram atendidas, ou ainda se o equipamento foi comprado com defeito

Riscos de Energia

Erro no dimensionamento da bomba e cálculo perda de carga	A bomba não fornecer pressão e vazão suficiente para os aspersores irrigarem a área de forma uniforme	Médio	Alto	Prevenir - Consultar professores da área de Fluidos/máquinas hidráulicas, utilizar softwares para simular cálculos de perda de carga no projeto
Perdas por sombreamento e sujidade no sistema fotovoltaico	Não funcionamento da bomba hidráulica e dos componentes eletrônicos	Médio	Alto	Prevenir - Orientar o usuário na plataforma para manutenção no sistema

Riscos de Software

A equipe de desenvolvimento não ter domínio técnico sobre partes das tecnologias escolhidas	Atraso no desenvolvimento dos serviços planejados	Baixa	Alto	Prevenir - Escolher tecnologias similares às já conhecidas pela equipe. Caso contrário, estudar antes do início do desenvolvimento
---	---	-------	------	---

Instabilidade nos serviços de terceiros (ex: Github, DockerHub, etc)	Atraso no desenvolvimento, configuração, gerência e integração dos softwares	Baixa	Alto	Prevenir - Utilizar serviços diversificados e evitar a dependência de uma única fonte fornecedora. Tentar ao máximo manter serviços mantidos pela própria equipe.
Integração dos sistemas embarcados com a aplicação de software	Atraso no desenvolvimento e/ou na entrega do projeto	Moderado	Muito Alto	Prevenir - Aproximar o desenvolvimento da equipe de Eletrônica e de Software. Manter uma taxa satisfatória dos testes de integração de todos os serviços desenvolvidos.

Riscos de Eletrônica

Não conhecimento das tecnologias selecionadas para implementação	Atrasos no desenvolvimento	Baixa	Médio	Prevenir: Realizar capacitação prévia
Danos causados aos componentes eletrônicos pelo time de desenvolvimento	Não funcionamento de subsistemas e aumento de custos do projeto	Moderada	Alto	Mitigar: Assegurar condições de uso dentro dos padrões tolerados

Falha no sensoriamento	Perda de dados	Moderada	Moderado	Mitigar: Desenvolver testes individuais para os sensores
Falha na comunicação	Atrasos indesejados no sistema	Moderada	Alto	Mitigar
Danos aos componentes causados por fatores externos (temperatura e umidade)	Não funcionamento de subsistemas e aumento de custos do projeto	Moderada	Alto	Prevenir: Isolar elementos sensíveis
Falhas no projeto das placas de circuito impresso	Não funcionamento do projeto	Moderada	Moderado	Prevenir
Falhas no sistema de alimentação dos componentes eletrônicos (tensão, corrente e potência)	Não funcionamento do projeto	Baixa	Muito Alto	Prevenir: Assegurar dimensionamento correto dos parâmetros desejados

9 Considerações

Para o primeiro ponto de controle, foram entregues os documentos de Gerenciamento de equipe. Assim como realizou-se pesquisas para montar a problemática, e delinear a solução para o problema de irrigamento de maneira otimizada e automática.

Referências

- ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índices como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. Campina Grande, Brazil, p. 382 – 388, 2009. Citado na página 8.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação, 5ed. In: _____. [S.l.]: UFV, 1989. p. 596. Citado na página 8.
- CONSTRUINDODECOR. *Sistemas de irrigação para jardins*. 2014. <<http://construindodecor.com.br/sistemas-de-irrigacao-para-jardins>>. Acesso em: 29 ago. 2019. Citado na página 15.
- CONSTRUINDODECOR. 2016. <<http://construindodecor.com.br/irrigacao-por-gotejamento/>>. Acesso em: 27 ago. 2019. Citado 4 vezes nas páginas 3, 9, 11 e 14.
- EMBRAPA. Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado: Programa de financiamento de equipamentos de irrigação. Planaltina DF, Brazil, p. 8–9, 1983. Citado 3 vezes nas páginas 4, 10 e 11.
- FERREIRA, R. . P. Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. Brasília , Brazil, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 14.
- GEOGRAFIAGAMA. 2014. <https://www.achetudoeregiao.com.br/df/gama/dados_gerais.htm/>. Acesso em: 29 ago. 2019. Citado na página 10.
- IRRIGAÇÃO. 2016. <<https://www.irrigacao.net/aspersao/saiba-tudo-sobre-irrigacao-por-aspersao-convencional/>>. Acesso em: 27 ago. 2019. Citado na página 9.
- KANBAN: Do início ao fim! 2014. <<https://www.culturaagil.com.br/kanban-do-inicio-ao-fim/>>. Acesso em: 30 ago. 2019. Citado na página 18.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do cerrado brasileiro. Brasília, Brazil, p. 147 – 155, 2005. Citado na página 8.
- KNIES, A. . E. Projeto do método de irrigação por aspersão: Sistema de aspersão convencional. projeto de irrigação e drenagem. 2010. Citado 4 vezes nas páginas 11, 12, 13 e 14.
- PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. Campina Grande, Brazil, p. 465 – 473, 2000. Citado na página 8.
- SOARES, J. M. Sistema de irrigação por aspersão. i. dimensionamento. Petrolina, Brazil, p. 14, 1986. Citado 3 vezes nas páginas 9, 12 e 14.
- TAIS - Assistente Virtual da Secretaria Especial da Cultura. 2017. <<https://github.com/lappis-unb/tais>>. Acesso em: 30 ago. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 3 e 39.

THE Scrum Guide. 2017. <<https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>>. Acesso em: 30 ago. 2019. Citado na página 17.

Apêndices

APÊNDICE A – TERMO DE ABERTURA DE PROJETO

A.1 Descrição do Projeto

O projeto consiste em um sistema de irrigação automatizado para gramados e pequenas vegetações. O usuário terá controle do sistema via web mobile com acesso à dados do solo e consumo d'água.

A.2 Propósito e Justificativa

Percebeu-se que a forma de irrigação utilizada no gramado da Faculdade do Gama não é eficiente. Não possuem controle de gasto hídrico e necessitam do manuseio da mangueira para reveazar as áreas. Com isso, surgiu a ideia de fornecer um produto que irrigue a área uniformemente sem necessidade de manuseio e de forma automatizada.

A.3 Objetivos

O objetivo é desenvolver um produto que seja capaz de irrigar de forma mais eficiente e automatizada. Com possibilidade de implementação em qualquer área que respeite o limite de $400m^2$.

A.4 Requisitos

Abaixo estão descritos os requisitos de alto nível do sistema:

- O usuário poderá gerenciar o agendamento da irrigação remotamente.
- O usuário poderá gerenciar as centrais de controle remotamente.
- Os atuadores deverão cobrir a irrigação de toda área planejada.
- O usuário poderá analisar a eficiência da irrigação remotamente.
- O sistema deverá propor ao usuário as condições propícias para a irrigação.
- O sistema deverá ser escalável.
- O sistema deverá ser portátil.

A.5 Riscos

Tabela 5 – Riscos

Risco	Consequência	Probabilidade	Impacto	Medida a tomar
Risco do Projeto				
A Universidade aderir à greve em apoio a educação	Paralisação do desenvolvimento do projeto	Baixa	Muito Alto	<p>Aceitação - Aguardar o retorno das atividades acadêmicas.</p> <p>Prevenir - Fazer um replanejamento do escopo adequando-o às novas datas das <i>releases</i> após a greve</p>
Algun membro desistir e/ou trancar a disciplina	Gerar uma carga de trabalho maior para os outros membros da equipe Atrasar o desenvolvimento do projeto	Moderada	Muito Alto	<p>Prevenir - Fazer um acompanhamento pessoal toda semana do desempenho de cada membro, e adequando o trabalho à sua necessidade</p> <p>Mitigar - Adequar o escopo do projeto às datas das <i>releases</i> e a quantidade de membros do projeto</p>

Aumento no custo de produção do projeto devido à adversidades	A equipe necessitará de mais verba para finalização do projeto	Alta	Moderado	Prevenir - Fazer um planejamento de custos com uma margem para ações emergenciais de gastos
Danificação dos componentes físicos do projeto	Atraso no desenvolvimento e aumento no custo do projeto	Alta	Alto	Prevenir - Possuir peças reservas para componentes mais críticos
Perda, roubo ou furto de equipamento dos membros ou do projeto	Atraso no desenvolvimento do projeto e aumento no custo de produção	Baixa	Alto	Aceitação Mitigar - Redistribuir as atividades à serem realizadas de acordo com as condições de cada membro da equipe

A.6 Marcos do Projeto

Durante a execução projeto, ocorrerão entregas principais, os Pontos de Controle. Logo, essas entregas são os marcos do projeto, que são compostas pela documentação e o partes físicas do produto. Na tabela 6, é descrito os marcos e suas datas.

Marco	Descrição	Data
Ponto de Controle 1	Definição da problemática, e seu refinamento. Detalhamento da solução e escopo	30/8
Ponto de Controle 2	Modelagem, cálculos, simulação e testes da solução proposta e subsistemas que a compõe.	01/10
Ponto de Controle 3	Construção dos componentes e/ou subsistemas propostos.	21/10

Ponto de Controle 4	Integração dos componentes e subsistemas. Finalização do produto	04/12
---------------------	--	-------

A.7 Partes Envolvidas

- Equipe de Projeto: Integrantes das Engenharias presentes na Universidade de Brasília - Campus Gama.
- Professores da disciplina: Avaliarão o projeto durante a disciplina, assim como sua qualidade.

A.8 Gerência

A gerência é composta pelos membros da equipe, e estes tendo a ciência de suas responsabilidades.

APÊNDICE B – LISTA É/NÃO É

t

Tabela 7 – Lista É/Não é

É	Não é
É um sistema de irrigação para gramados e pequenas vegetações.	Não é um sistema de irrigação para cultura ou plantio.
É um sistema que oferece funcionalidades automáticas.	Não é um sistema totalmente autônomo.
É capaz de coletar/armazenar dados de umidade e temperatura sob o solo.	Não é capaz de coletar dados de temperatura do ambiente.
É um sistema portátil.	Não é fixo ou requer instalação sob o solo a ser irrigado.

APÊNDICE C – PLANO DE GERENCIAMENTO DE COMUNICAÇÃO

C.1 Objetivo

O objetivo deste documento é explicitar como ocorre a comunicação da equipe, assim como as ferramentas usadas para esta.

C.2 Ferramentas

Tabela 8 – Requisitos de Engenharia de Software

Ferramenta	Descrição
<i>Telegram</i>	Mensageiro multiplataforma e ferramenta acessível aos integrantes para compartilhamento de links interessantes para a composição de documento, informação sobre reuniões, alertas e discussões imediatas com a equipe.
<i>Github</i>	Plataforma online de armazenamento, compartilhamento e versionamento de documentos e imagens. Onde será colocada os códigos produzidos pelas subequipes de Eletrônica e Software, e também onde é mapeado as tarefas priorizadas da Sprint.
Zenhub 3	Plugin de Kanban integrado ao Github. A ferramenta será utilizada para o mapeamento de tarefas, sua priorização e atualização de seu estado, por parte da equipe.
Overleaf	Editor online de textos em LaTeX. Os relatórios entregues nos ponto de controle serão confeccionados nessa ferramenta, pois permite a edição simultânea. Além de auxiliar na formatação deste tipo de texto.

Google Drive	Ferramenta online de armazenamento de arquivos, também com a opção de edição simultânea. Nela serão armazenados imagens, tabelas e arquivos .cad, e assim serão compartilhados com a equipe.
--------------	--

C.3 Diretrizes e Procedimentos de Comunicação

C.3.1 Comunicação Geral

A equipe e subequipes se comunicarão através da ferramenta Telegram, e armazenarão suas informações nas ferramentas citadas acima. As reuniões possuem horários fixo (às quartas-feiras, 16h até 17h50min e às sextas-feiras, de 14h às 17h50min).

Além desses horários fixos, vale destaca que os eventos da metodologia utilizada, Planning e Review, ocorrerão durante a reunião de sexta-feira.

APÊNDICE D – PLANO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS

D.1 Objetivo

O objetivo deste documento é gerenciar os recursos humanos do projeto, e assim, detalhar os papéis que existirão, e as responsabilidades dos integrantes em relação aos papéis.

D.2 Papéis e Responsabilidades

Como determinação da disciplina, a equipe será organizada de modo a existir os seguintes papéis: Coordenador Geral, Diretor de Qualidade, Direto Técnico e Time de Desenvolvimento. A figura 16, mostra o arranjo da equipe seguindo os papéis:

D.2.1 Coordenador Geral

- Controlar e validar o escopo do projeto, juntamente com os outros diretores.
- Garantir que o cronograma seja cumprido e as tarefas sejam realizadas.

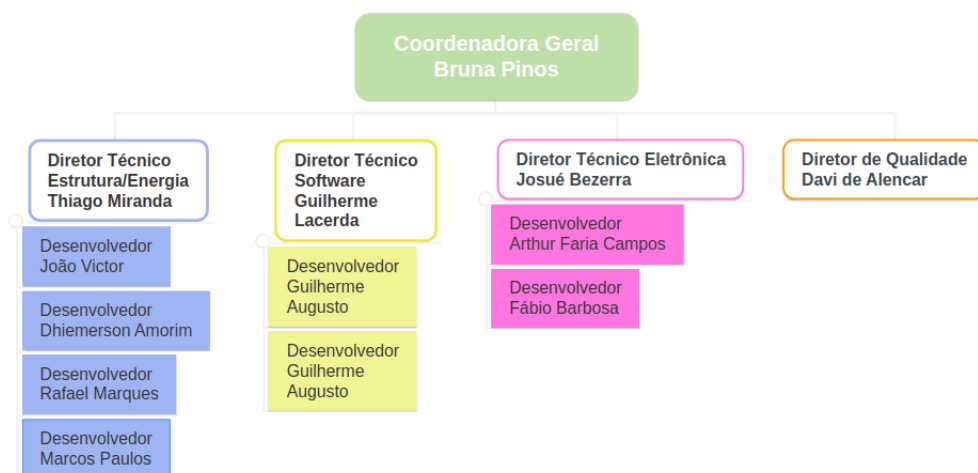


Figura 16 – Organograma da equipe

- Gerenciar os custos e aquisições do projeto.
- Monitorar os riscos e tratá-los como previsto.

D.2.2 Diretor de Qualidade

- Controlar e validar o escopo do projeto.
- Garantir que cada entregável cumpra com os critérios de aceitação.
- Validar a usabilidade dos sistemas.
- Garantir que os entregáveis se integrem corretamente.

D.2.3 Diretor Técnico

- Controlar e validar o escopo do projeto.
- Garantir que cada entregável cumpra com os critérios de aceitação.
- Validar a usabilidade dos sistemas.
- Garantir que os entregáveis se integrem corretamente.

D.2.4 Desenvolvedores

- Especificar os requisitos e definir arquitetura.
- Fazer simulações e testes dos componentes desenvolvidos.
- Seguir o cronograma e tarefas priorizadas.
- Identificar gargalos e problemas, e reportá-los o mais rápido possível.

D.3 Acompanhamento

O acompanhamento de cada membro será feita pela diretoria, e desta por todos os membros da equipe.