



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

Smart Door

Autores: Caio Cesar, Caio Matheus, Diego De Souza, Elen Priscila, Gabriel de Jesus, Gustavo Weffort, Lucas Midlhey, Ludimila Ferreira, Luis Gustavo Avelino, Mateus Cunha Vasconcelos, Mateus Oliveira, Mateus Santos Barcelos, Pedro Guilherme, Rafael Guimaraes, Roberto Diniz Ramalho

Brasília, DF
2021



Caio Cesar, Caio Matheus, Diego De Souza, Elen Priscila, Gabriel de Jesus,
Gustavo Weffort, Lucas Midlhey, Ludimila Ferreira, Luis Gustavo Avelino,
Mateus Cunha Vasconcelos, Mateus Oliveira, Mateus Santos Barcelos, Pedro
Guilherme, Rafael Guimaraes, Roberto Diniz Ramalho

Smart Door

Trabalho submetido à disciplina de Projeto Integrador de Engenharia 2 referente ao **Ponto de Controle 1**, na Universidade de Brasília.

Universidade de Brasília – UnB

Faculdade UnB Gama – FGA

Orientador: Alex Reis, José Felício da Silva, Ricardo M. Chaim, Rhander
Viana, Paolo Gessini e Jungpyo Lee

Brasília, DF

2021

Lista de abreviaturas e siglas

API	<i>Application Programming Interface</i>
BMS	<i>Battery Management System</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAM	<i>Computer-Aided Manufacturing</i>
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CSI	<i>Camera Serial Interface</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
EAR	Estrutura Analítica de Risco
GND	<i>Ground</i>
GPIO	<i>General-Purpose Input/Output</i>
HOG	<i>Histogram of Oriented Gradients</i>
IEMI	Instituto de Estudos e Marketing Industrial
IR	<i>Infra Red</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
K	<i>Kelvin temperature</i>
LCD	<i>Liquid-Crystal Display</i>
LVL	<i>Laminated veneer lumbe</i>
M2M	<i>Machine to Machine</i>
Movergs	Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul
MP	Mega Pixels

PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PWM	<i>Pulse-Width Modulation</i>
RFID	<i>it Radio frequency identification</i>
RPM	Rotações por Minuto
STFI	<i>Singapore Technologies Electronics</i>
USB	Universal Serial Bus
VCA	Tensão em Corrente Alternada
Vcc	<i>Voltage Common Collector</i>
VDC	Tensão em Corrente Contínua

Lista de ilustrações

Figura 1 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 1	13
Figura 2 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 2	14
Figura 3 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 3	15
Figura 4 – Cronograma do Projeto	16
Figura 5 – Cronograma do Projeto	17
Figura 6 – Cronograma do Projeto	17
Figura 7 – Cronograma do Projeto	18
Figura 8 – Riscos	19
Figura 9 – Diagrama de sistema RFID (FINKENZELLER, 2003)	29
Figura 10 – Representação do funcionamento do HC-SR04;	31
Figura 11 – Sistema de alimentação.	32
Figura 12 – Diferença entre Motor com escova e sem escova(DIFFERENCE. . . , 2020).	33
Figura 13 – Portas deslizante e giratória, respectivamente	34
Figura 14 – Esboço da porta	35
Figura 15 – Representação da comunicação do software com os componentes da porta - Próprios Autores	39
Figura 16 – Screenshot da página Dashboard no protótipo - Próprios Autores	41
Figura 17 – Screenshot da página Lista de usuários no protótipo - Próprios Autores	41
Figura 18 – Gráfico de publicações ao longo dos anos na base (SCOPUS, 2021) - Próprios Autores	43
Figura 19 – Gráfico de publicações ao longo dos anos na base (WEBSCIENCE, 2021) - Próprios Autores	43
Figura 20 – Olho com filtro HOG - (ARAFAH et al., 2019)	44
Figura 21 – 68 pontos de referência do Landmark Estimation Algorithm - (Boyko; Basystiuk; Shakhovska, 2018)	45
Figura 22 – Visualização do algoritmo de reconhecimento das características únicas do rosto - (Boyko; Basystiuk; Shakhovska, 2018)	46
Figura 23 – Fluxograma do funcionamento do sistema com foco nos usuários	57

Lista de tabelas

Tabela 1	–	Tabela e descrição dos riscos, impactos, probabilidades e prioridades.	. .	18
Tabela 2	–	Matriz de decisão câmeras	. . . . .	28
Tabela 3	–	Matriz de decisão motor.	. . . . .	33
Tabela 4	–	Matriz de decisão entre porta giratória ou deslizante	. . . . .	34
Tabela 5	–	Custos em eletrônica	. . . . .	48
Tabela 6	–	Custos em energia	. . . . .	48
Tabela 7	–	Custos em estrutura	. . . . .	49
Tabela 8	–	Custos em software	. . . . .	49

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Problematização	9
1.2	Justificativa	10
2	TERMO DE ABERTURA DO PROJETO (TAP)	11
2.1	Objetivos	11
2.1.1	Geral	11
2.1.2	Específico	11
2.2	Oportunidade de negócios	11
2.3	Escopo do projeto	12
2.3.1	Premissas	12
2.3.2	Detalhamento do escopo	12
2.3.2.1	Projeto	12
2.3.2.2	Produto	12
3	METODOLOGIA DE GERENCIAMENTO	13
3.1	EAP	13
3.2	Gerenciamento de tempo	15
3.2.1	Cronograma	16
3.2.2	Gráfico de Gantt	18
3.2.3	Planejamento de gerenciamento de riscos	18
4	REQUISITOS	21
4.1	Requisitos Eletrônica	21
4.2	Requisitos Estrutura	21
4.3	Requisitos Energia	21
4.4	Requisitos Software	22
4.4.1	Requisitos Funcionais	22
4.4.1.1	Requisitos Web/API	22
4.4.1.2	Requisitos Reconhecimento Facial	22
4.4.2	Requisitos não Funcionais	22
5	SISTEMAS ELETRÔNICOS	24
5.1	Solução do projeto e dados de engenharia	24
5.1.1	Raspberry Pi	24
5.1.2	Termografia	25

5.1.2.1	Modelos de Câmeras termográficas Infravermelho	25
5.1.3	Identificação visual	27
5.1.3.1	Modelos de Câmeras para Raspberry Pi	27
5.1.4	RFID (Radio Frequency Identification)	29
5.1.5	Sensor de Presença	29
6	SOLUÇÃO DE ENERGIA	32
6.1	Matriz de decisão do motor	33
7	ESTRUTURA	34
7.1	Concepção	34
7.1.1	Matriz de decisão	34
7.1.2	Esboço	35
7.2	Gabinete	35
7.2.1	Escolha do material do gabinete	35
7.3	Moldura	37
7.4	Porta	38
8	SOFTWARE	39
8.1	Arquitetura da Informação	40
8.1.1	Tecnologias utilizadas	40
8.1.1.1	Website	40
8.1.1.2	API	40
8.1.1.3	Banco de dados	40
8.1.1.4	OpenCV	41
8.1.2	Protótipo	41
8.2	Inovação	42
8.2.1	Visão Computacional	46
9	CUSTOS DO PROJETO	48
9.1	Estimativa de custos	48
9.1.1	Eletrônica	48
9.1.2	Energia	48
9.1.3	Estrutura	49
9.1.4	Software	49
	REFERÊNCIAS	50

APÊNDICES	52
APÊNDICE A – PRINCIPAIS TOMADAS DE DECISÕES DE SOFTWARE	53
ANEXOS	54
ANEXO A – REPOSITÓRIOS DO PROJETO	55
ANEXO B – PROTÓTIPO DE ALTA FIDELIDADE	56
ANEXO C – FLUXOGRAMA ELETRÔNICA	57

1 Introdução

Atualmente a segurança se tornou uma questão muito importante, seja em residências, ou local de trabalho, nas quais vários sistemas de segurança foram propostos e desenvolvidos para alguns processos cruciais, como identificação de pessoas, especialmente para controle de acesso.

Um sistema de controle de acesso integrado, eficiente e preciso com base no reconhecimento facial é muito importante para uma ampla variedade de aplicações comerciais e de segurança. Diversos países estão gradualmente adotando um sistema de controle de segurança residencial inteligente. A função mais importante de qualquer sistema de segurança é identificar com precisão os indivíduos que passam por ele(JAIN; ROSS; PANKANTI, 2006). Um dispositivo de segurança de entrada pode ser gerenciado usando senhas, sensores RFID, impressões digitais e métodos de reconhecimento facial. O reconhecimento facial é provavelmente a forma mais natural de realizar autenticação biométrica entre seres humanos. Além disso, é a segunda característica biométrica mais popular depois das impressões digitais(JAIN; ROSS; PANKANTI, 2006).

Hoje em dia, o mundo está se conectando aos dispositivos inteligentes e há uma necessidade crescente em melhorar objetos e sistemas já existentes e torná-los mais integrados ao ambiente. Os sistemas embarcados estão automatizando o mundo, ajudando no progresso de diversas áreas. Esses sistemas em aplicações como vigilância e segurança privada provou ser muito eficaz.

1.1 Problematização

Com o avanço da tecnologia da informação e da internet das coisas (IoT), está se tornando cada vez mais comum a automatização e coleta de dados nas mais diversas áreas, inclusive no atendimento ao público, conceder acesso a locais e registrar fluxo de pessoas. Visando atender a esses requisitos, uma possibilidade viável é a implementação de uma porta inteligente. Atualmente é possível em aeroportos brasileiros a identificação fácil ser um dos requisitos para o embarque do passageiro. Contudo, a identificação fácil é apenas um dos parâmetros possíveis para serem adquiridos em um sistema de identificação. Outros parâmetros como temperatura corporal e identificação por uma marcação na roupa ou em um crachá com RFID também seriam meios viáveis no auxílio da identificação do usuário ou funcionário.

A utilização de uma câmera termográfica auxiliaria na visualização da imagem no espectro infravermelho que, por meio de alguns métodos de análise termográfica e

visão computacional, poderia ser usada para estimar doenças (NGUYEN et al., 2010) e o consumo de entorpecentes como MDMA (RODSIRI et al., 2010) e opioides (CHE et al., 1996), já que a alteração da temperatura corporal é um parâmetro que está sendo estudado para identificar essas questões.

No que diz respeito à identificação de um usuário, uma marcação de RFID na roupa ou crachá seria uma forma de otimizar a liberação e prover o acesso de maneira mais rápida (FINKENZELLER, 2003). No caso de um funcionário, poderia ser usado para a representação de um gêmeo digital (virtualização da pessoa ou objeto) dentro de um espaço fabril ou corporativo e ser levado em consideração para a tomada de decisão em algum nível mais elevado da rede. Por exemplo, no caso de uma evacuação por alguma emergência o funcionário que adentrou e não foi registrada a sua saída do ambiente geraria um alerta do seu desaparecimento para os serviços de busca.

1.2 Justificativa

A demanda por sistemas inteligentes de identificação e monitoramento é crescente em diversas áreas da sociedade, proveniente do avanço da indústria 4.0. A realidade é que cada vez mais os objetos e sistemas serão conectados à internet e conseguirão fazer esse tipo de identificação. Em um espaço controlado, ter um dispositivo primário para recolher dados é fundamental, pois em um contexto mais amplo os prédios inteligentes, em um futuro não tão distante, contarão com diversos dispositivos de liberação de acesso e controle de fluxo, além de protocolos de comunicação entre máquinas M_2M (Machine-to-Machine).

2 Termo de Abertura do Projeto (TAP)

2.1 Objetivos

2.1.1 Geral

O objetivo geral do projeto é desenvolver uma porta automatizada inteligente. A porta contará com um sistema de reconhecimento facial, sensores de aferição de temperatura, identificador por radiofrequência, NoBreak, sistema de baterias para o NoBreak, estrutura com acessibilidade e uma tela de interação com o usuário.

2.1.2 Específico

- Câmera termográfica: A câmera termográfica tem como objetivo fazer a aferição de temperatura facial da pessoa, podendo detectar alguma adversidade.
- Sensor de presença: O sensor de presença tem como objetivo garantir que o usuário seja detectado e que o sistema possa saber que ele já a atravessou.
- Câmera para reconhecimento facial: Tem como objetivo fazer captura da imagem do rosto do usuário para que o sistema possa fazer o processamento e posteriormente o reconhecimento facial, validando assim a sua entrada.
- Controle do motor: Tem como objetivo realizar o processo de abertura e fechamento da porta.
- Estrutura: O principal objetivo da estrutura é garantir que não haja tentativas de passagem forçada e a integridade dos componentes.

2.2 Oportunidade de negócios

Com base na necessidade de se ter um controle do fluxo de pessoas, uma porta inteligente que faça a certificação da real identidade do usuário e posteriormente libere a sua passagem se aplica em contextos como:

- Residências.
- Empresas.
- Aeroporto.

2.3 Escopo do projeto

2.3.1 Premissas

- O produto é uma medida de segurança.
- O produto é um sistema de controle de acesso.
- O produto possui diversas etapas de autenticação.
- O produto possui os requisitos de acessibilidade.
- O produto possui um sistema para funcionar em caso de quedas de energia.

2.3.2 Detalhamento do escopo

2.3.2.1 Projeto

O smart door pretende contornar as adversidades de fatores de segurança, realizando o controle de acesso das pessoas em diversos ambientes, além de fazer teste de aferição de temperatura nos usuários, notificando caso indique algo fora do padrão.

2.3.2.2 Produto

O sistema de automatização funcionará da seguinte maneira: o usuário irá passar por várias etapas de validação, tendo como o primeiro passo a identificação via RFID, que será realizada por meio de um mecanismo leitor instalado na porta. O transponder pode ser um crachá, um chaveiro ou outro objeto com marcação RFID. O segundo passo consistirá em duas capturas de imagem da face do usuário, uma térmica pela câmera termográfica infravermelho e outra por uma câmera comum, que serão usadas para a medição da temperatura e para o reconhecimento facial, respectivamente. O sistema pode fazer o reconhecimento facial localmente caso seja um usuário regular, ou pelo banco de dados, caso não seja regular, mas já tenha sido cadastrado. Por fim, dados de interesse definidos no escopo serão registrados no banco de dados, que poderão ser usados para gerar relatórios posteriores.

3 Metodologia de gerenciamento

3.1 EAP

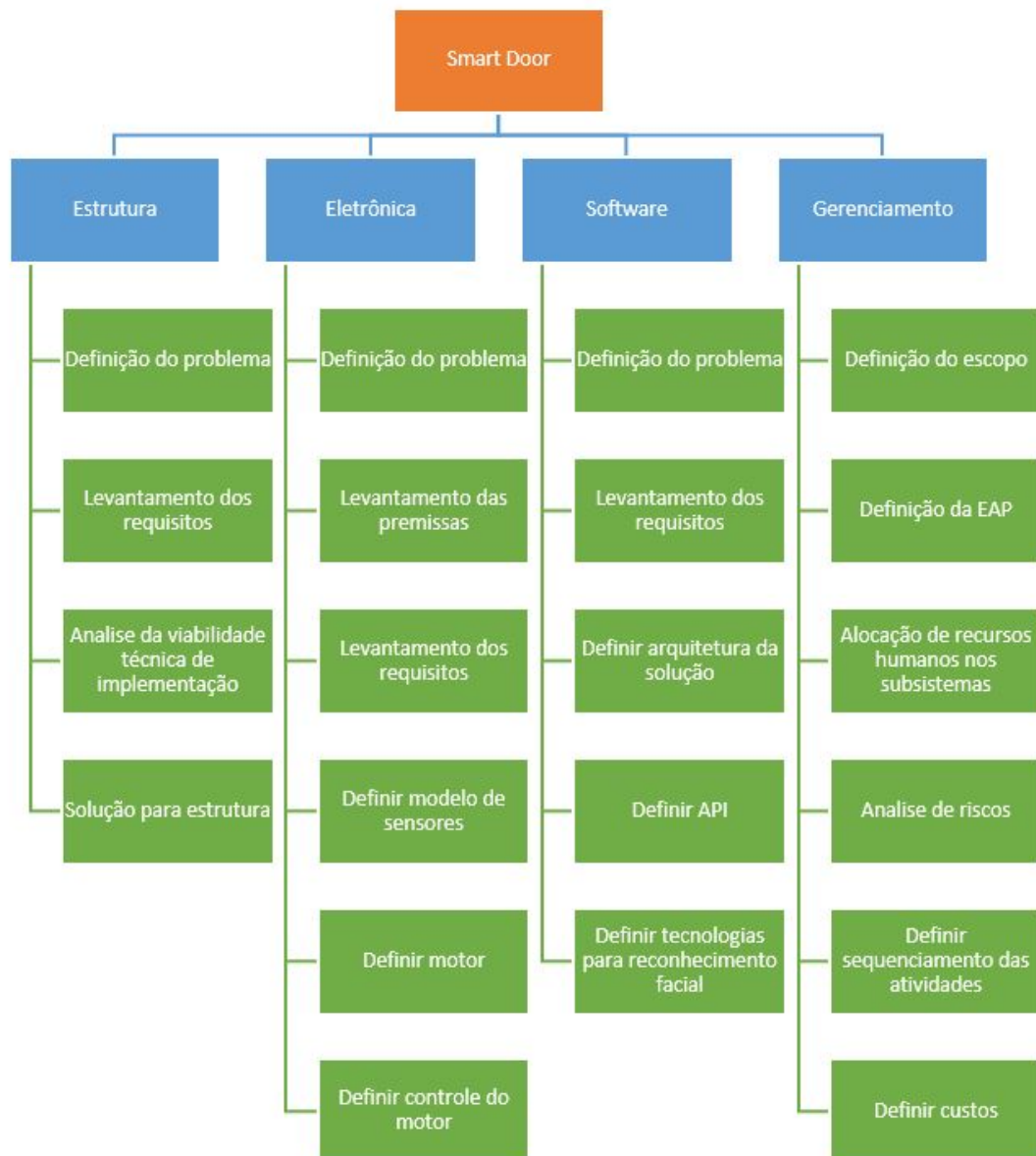


Figura 1 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 1

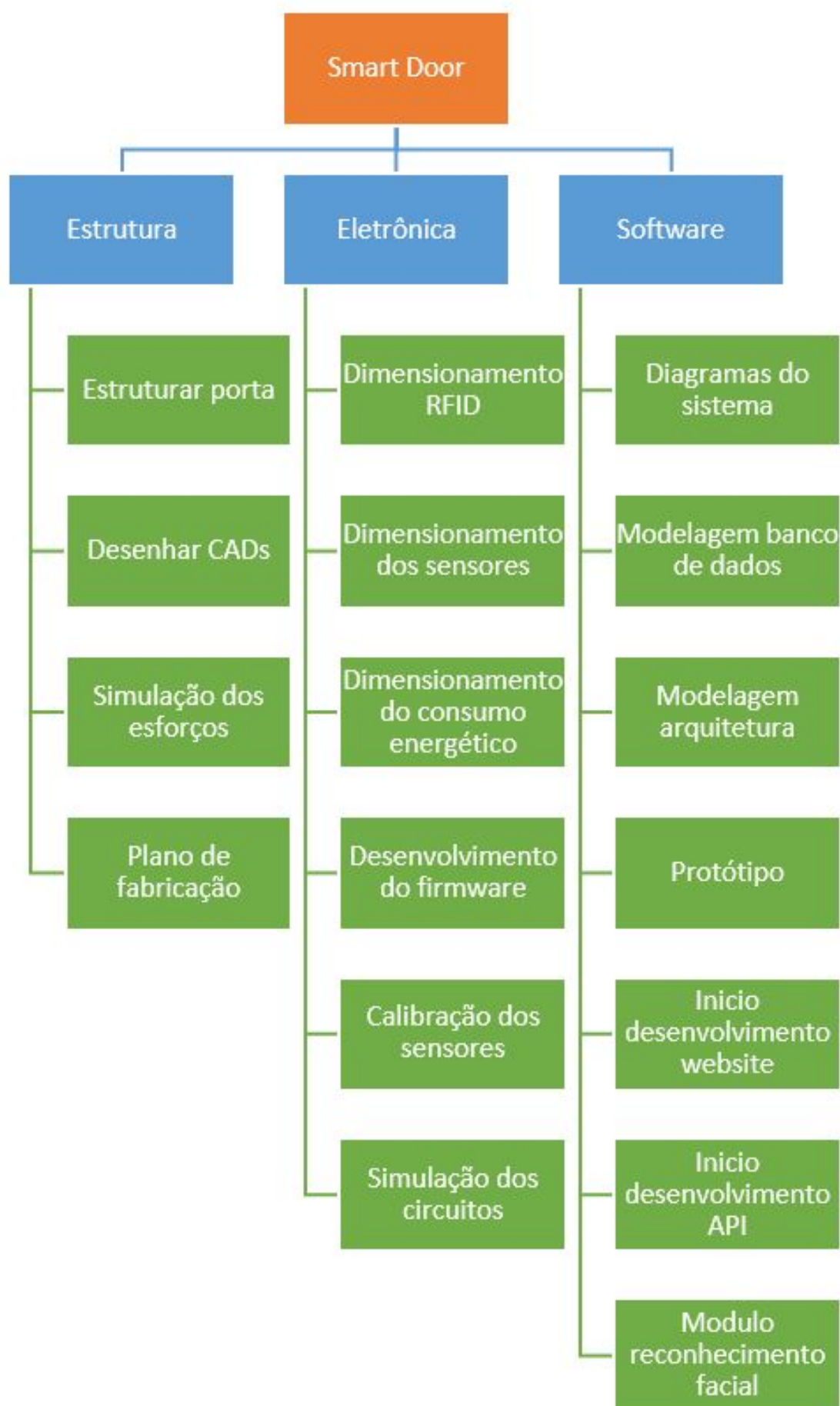


Figura 2 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 2

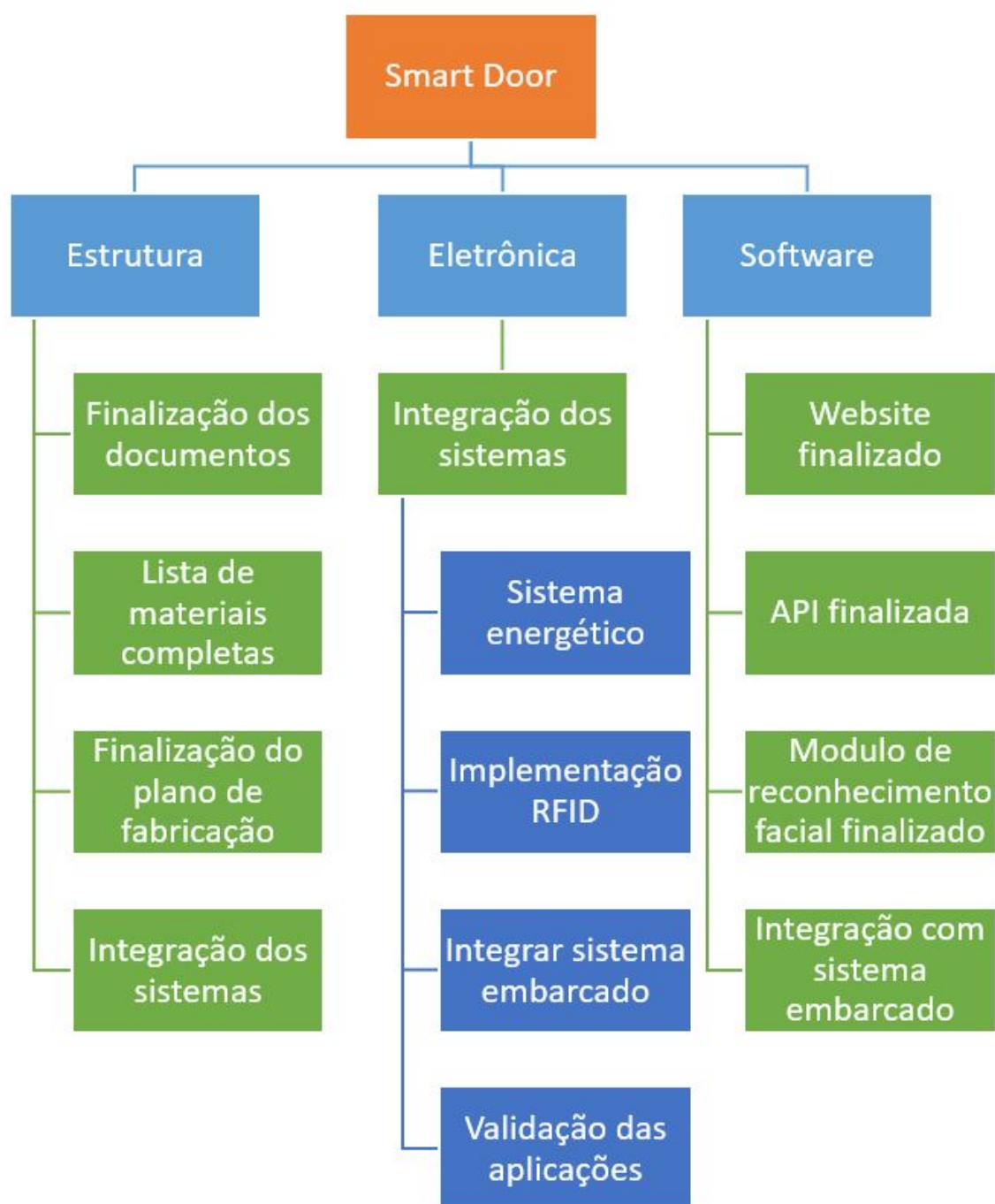


Figura 3 – Estrutura analítica do projeto - Ponto de controle 3

3.2 Gerenciamento de tempo

O gerenciamento do tempo é necessário para estipular metas e prazos do projeto, no intuito de diminuir riscos e alocar recursos, tanto humanos quanto financeiros.

3.2.1 Cronograma







		Modo da Tarefa	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término
1			Desenvolver Relatório 1	22 dias	Sex 19/02/21	Dom 21/03/21
2			Fase 1: Problematização	12 dias	Sex 19/02/21	Sáb 06/03/21
3			Identificar escopo	2 dias	Sex 19/02/21	Seg 22/02/21
4			Identificar premissas	1 dia	Ter 02/03/21	Ter 02/03/21
5			Identificar requisitos funcionais e não funcionais	2 dias	Ter 02/03/21	Qua 03/03/21
6			Analisar viabilidade técnica de implementação	1 dia	Qua 03/03/21	Qua 03/03/21
7			Propor solução dos Subsistemas	2 dias	Qui 04/03/21	Sex 05/03/21
8			Definir Plano de Gerenciamento de RH	2 dias	Sex 05/03/21	Sáb 06/03/21
9			Definir Custos	1 dia	Sex 05/03/21	Sex 05/03/21
10			Documentação	0,88 dias	Sex 05/03/21	Sex 05/03/21
11			Montar estrutura do relatório 1	1 dia	Sex 05/03/21	Sex 05/03/21
12			Fase 2: Concepção e detalhamento da solução	7 dias	Sex 05/03/21	Seg 15/03/21
13			Detalhamento do escopo	12 dias	Sex 19/02/21	Seg 08/03/21
14			Definir os pacotes da EAP	3 dias	Qui 04/03/21	Sáb 06/03/21
15			Desenvolver EAP	2 dias	Sáb 06/03/21	Seg 08/03/21
16			Definir TAP	1 dia	Seg 08/03/21	Seg 08/03/21
17			Definir requisitos do projeto	1 dia	Seg 08/03/21	Seg 08/03/21
18			Definir objetivos do projeto	1 dia	Seg 08/03/21	Seg 08/03/21
19			Desenvolver cronograma macro	1 dia	Seg 08/03/21	Seg 08/03/21
20			Desenvolver Atividades de Gerenciamento	6 dias	Sex 05/03/21	Sáb 13/03/21
21			Definir plano de gerenciamento de RH	1 dia	Sex 05/03/21	Dom 07/03/21
22			Alocação de recursos humanos nas subáreas	2 dias	Sex 05/03/21	Dom 07/03/21
23			Definir Gerenciamento de Tempo	4 dias	Ter 09/03/21	Sáb 13/03/21
24			Seguimento das atividades	1 dia	Ter 09/03/21	Ter 09/03/21
25			Definir Cronograma de atividades	5 dias	Ter 09/03/21	Sáb 13/03/21
26			Definir Gerenciamento de Riscos	3,88 dias	Sáb 06/03/21	Qui 11/03/21
27			Indicar planejamento de riscos	2 dias	Sáb 06/03/21	Seg 08/03/21
28			Realizar Plano de Contingências	4 dias	Seg 08/03/21	Qui 11/03/21
29			Definir Plano de Hardware	6 dias	Sex 05/03/21	Sáb 13/03/21
30			Definir modelos de sensores	3 dias	Sex 05/03/21	Ter 09/03/21
31			Definir controle do motor	2 dias	Ter 09/03/21	Qua 10/03/21
32			Definir componentes embarcados	4 dias	Qua 10/03/21	Sáb 13/03/21

Figura 4 – Cronograma do Projeto

	Modo da	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término
31	✈	Definir controle do motor	2 dias	Ter 09/03/21	Qua 10/03/21
32	✈	Definir componentes embarcados	4 dias	Qua 10/03/21	Sáb 13/03/21
33	✈	Definir Plano de Software	6,88 dias	Qui 04/03/21	Sex 12/03/21
34	✈	Definir arquitetura da solução de software	3 dias	Qui 04/03/21	Dom 07/03/21
35	✈	Definir atividades para a API	2 dias	Dom 07/03/21	Seg 08/03/21
36	✈	Definir tecnologias para reconhecimento facial	5 dias	Seg 08/03/21	Sex 12/03/21
37	✈	Definir Plano da Estrutura	7 dias	Sex 05/03/21	Seg 15/03/21
38	✈	Definir modelo da estrutura	6 dias	Sex 05/03/21	Sex 12/03/21
39	✈	Definir materiais	2 dias	Sex 12/03/21	Seg 15/03/21
40	✈	Entrega relatório Ponto de Controle 1	1 dia	Dom 21/03/21	Dom 21/03/21
41	✈	Desenvolvimento da Apresentação	3 dias	Seg 22/03/21	Qua 24/03/21
42	✈	Apresentação Ponto de Controle 1	1 dia	Sex 26/03/21	Sex 26/03/21
43	✈	Desenvolver Relatório 2	19 dias	Sáb 27/03/21	Dom 18/04/21
44	✈	Fase 3: Projeto e construção de subsistemas das soluções propostas	19 dias	Sáb 27/03/21	Dom 18/04/21
45	✈	Construção das soluções de engenharia	15 dias	Seg 29/03/21	Sex 16/04/21
46	✈	Projeto e solução de Software	14 dias	Seg 29/03/21	Qui 15/04/21
47	✈	Desenvolvimento dos diagramas do sistema	3 dias	Seg 29/03/21	Qua 31/03/21
48	✈	Modelagem do banco de dados	3 dias	Seg 29/03/21	Qua 31/03/21
49	✈	Modelagem da arquitetura	1 dia	Qua 31/03/21	Qua 31/03/21
50	✈	Finalização do protótipo	4 dias	Qui 01/04/21	Ter 06/04/21
51	✈	Definições finais da arquitetura da informação	4 dias	Ter 06/04/21	Sex 09/04/21
52	✈	Desenvolvimento do website	5 dias	Ter 06/04/21	Seg 12/04/21
53	✈	Desenvolvimento da api	5 dias	Qua 07/04/21	Ter 13/04/21
54	✈	Desenvolvimento do modulo de reconhecimento facial	7 dias	Qua 07/04/21	Qui 15/04/21
55	✈	Projeto e solução de Eletrônica	14 dias	Seg 29/03/21	Qui 15/04/21
56	✈	Dimensionamento RFID	2 dias	Seg 29/03/21	Ter 30/03/21
57	✈	Dimensionamento do consumo energético dos componentes	2 dias	Ter 30/03/21	Qua 31/03/21
58	✈	Dimensionamento espacial dos componentes	1 dia	Qua 31/03/21	Qua 31/03/21
59	✈	Implementação do sistema de controle e proteção anti esmagamento	2 dias	Qui 01/04/21	Sex 02/04/21
60	✈	Iniciar desenvolvimento do firmware para Raspberry Pi	5 dias	Qui 01/04/21	Qua 07/04/21
61	✈	Dimensionar controle do motor	2 dias	Sáb 03/04/21	Seg 05/04/21
62	✈	Finalizar a implementação do sistema RFID	3 dias	Qui 08/04/21	Sáb 10/04/21

Figura 5 – Cronograma do Projeto

	Modo da	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término
61	✈	Dimensionar controle do motor	2 dias	Sáb 03/04/21	Seg 05/04/21
62	✈	Finalizar a implementação do sistema RFID	3 dias	Qui 08/04/21	Sáb 10/04/21
63	✈	Comunicação com software: Aquisição e transmissão de dados	3 dias	Qui 08/04/21	Dom 11/04/21
64	✈	Finalizar o sistema de reconhecimento facial e o processamento das imagens térmicas	5 dias	Qui 08/04/21	Qua 14/04/21
65	✈	Finalizar o desenvolvimento do firmware.	4 dias	Qua 07/04/21	Seg 12/04/21
66	✈	Teste e calibração dos sensores	2 dias	Seg 12/04/21	Ter 13/04/21
67	✈	Teste e simulação dos circuitos	3 dias	Ter 13/04/21	Qui 15/04/21
68	✈	Projeto e solução de Estrutura	14 dias	Seg 29/03/21	Qui 15/04/21
69	✈	Estruturar porta	6 dias	Seg 29/03/21	Seg 05/04/21
70	✈	Desenhar os CADs	6 dias	Ter 06/04/21	Ter 13/04/21
71	✈	Simulação dos esforços	3 dias	Ter 13/04/21	Qui 15/04/21
72	✈	Avaliação dos Resultados	3 dias	Qui 15/04/21	Sáb 17/04/21
73	✈	Entrega relatório Ponto de Controle 2	0,88 dias	Dom 18/04/21	Dom 18/04/21
74	✈	Desenvolvimento da Apresentação	2,88 dias	Seg 19/04/21	Qua 21/04/21
75	✈	Apresentação Ponto de Controle 2	1 dia	Sex 23/04/21	Sex 23/04/21
76	✈	Desenvolver Relatório 3	12 dias	Sáb 24/04/21	Dom 09/05/21
77	✈	Fase 4: Integração de subsistemas e finalização do produto	12 dias	Sáb 24/04/21	Dom 09/05/21
78	✈	Projetar integração das soluções	4 dias	Sáb 24/04/21	Qua 28/04/21
79	✈	Realizar a integração dos subsistemas	6 dias	Qui 29/04/21	Qui 06/05/21
80	✈	Testes da integração	2 dias	Sex 07/05/21	Dom 09/05/21
81	✈	Entrega relatório Ponto de Controle 3	1 dia	Dom 09/05/21	Dom 09/05/21
82	✈	Desenvolvimento da Apresentação	2,88 dias	Seg 10/05/21	Qua 12/05/21
83	✈	Apresentação Ponto de Controle 3	1 dia	Sex 14/05/21	Sex 14/05/21
84	✈	Entrega de repositórios de projeto	1 dia	Qua 19/05/21	Qua 19/05/21
85	✈	Apresentação de projetos na FIT/FGA	1 dia	Sex 21/05/21	Sex 21/05/21

Figura 6 – Cronograma do Projeto

3.2.2 Gráfico de Gantt

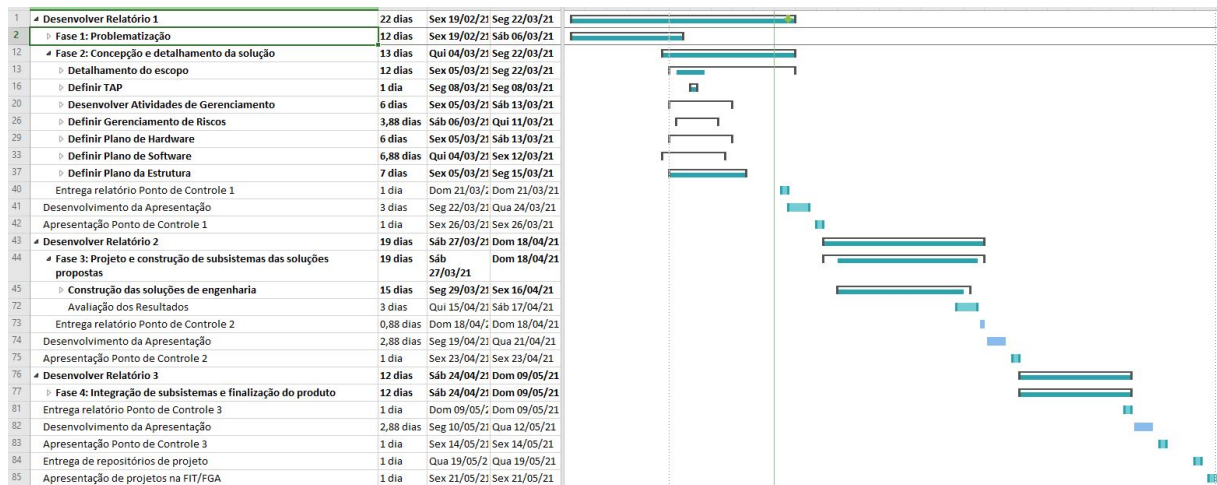


Figura 7 – Cronograma do Projeto

3.2.3 Planejamento de gerenciamento de riscos

De acordo com o PMBOK, a aplicação do gerenciamento de riscos é vital para a comunicação, obtenção de acordo e apoio entre as partes interessadas. A probabilidade de ocorrência de um risco ou oportunidade é classificada em baixa, média e alta. De forma similar, o impacto de um risco ou oportunidade também é classificado como baixo, médio ou alto. Por fim, a prioridade de um risco ou oportunidade é uma relação entre sua probabilidade e seu impacto, e varia de 1 (baixa prioridade) a 3 (alta prioridade).

ID	Descrição do risco	Probabilidade	Impacto	Prioridade
1	Escolha equivocada dos equipamentos	Média	Alto	2
2	Dificuldade na integração hardware e software	Baixa	Alto	3
3	Dificuldade na integração hardware e energia	Baixa	Alto	3
4	Dificuldade na integração hardware e estrutura	Baixa	Alto	3
5	Documentação inconstante	Média	Médio	2
6	Ocorrer mudança no escopo	Baixa	Alto	2
7	Falta de recursos financeiros	Média	Alto	3
8	Mal funcionamento dos sensores	Baixa	Alto	2
9	Saída de membro da equipe	Média	Alto	2
10	Curto circuito dos componentes eletrônicos	Baixa	Alto	2

Tabela 1 – Tabela e descrição dos riscos, impactos, probabilidades e prioridades.

I m p a c t o	A	2	3	3
	M	1	2	3
	B	1	1	2
		B	M	A
Probabilidade				

Figura 8 – Riscos

1. Escolha equivocada dos equipamentos

Consequências: Dificuldade na integração dos sistemas, atraso no projeto e aumento dos custos.

Ações: Prevenir. Realizar estudos e pesquisas dos componentes a serem utilizados com precisão.

2. Dificuldade na integração entre hardware e software

Consequências: Atraso em alguma etapa do projeto e mau funcionamento dele.

Ações: Mitigar. Capacitar as equipes de hardware e software realizando estudos detalhados da comunicação e compatibilidade dos componentes.

3. Dificuldade na integração entre hardware e energia

Consequências: Atraso em alguma etapa do projeto e mau funcionamento do dele.

Ações: Mitigar. Capacitar as equipes de hardware e energia realizando estudos detalhados do consumo energético dos componentes e suas conexões.

4. Dificuldade na integração entre hardware e estrutura

Consequências: Atraso em alguma etapa do projeto e mau funcionamento do controle da abertura da porta.

Ações: Prevenir. Capacitar as equipes de hardware e estrutura realizando estudos detalhados do controle e ações do motor e calibração do sensoramento.

5. Documentação inconstante

Consequências: Falha na comunicação das equipes devido à grande quantidade de membros, atraso nas etapas a serem realizadas, mau entendimento do escopo.

Ações: Mitigar. Revisão e validação da documentação e gerenciamento das alterações feitas nos documentos.

6. Ocorrer mudança no escopo

Consequências: Aumento do tempo de entrega do projeto.

Ações: Mitigar. Avaliar se é realmente uma mudança necessária para o projeto.

7. Falta de recursos financeiros

Consequências: Atraso na compra de materiais, na integração dos componentes e na entrega do produto.

Ações: Prevenir. Realizar um bom levantamento dos custos com a equipe para a aquisição dos materiais.

8. Mau funcionamento dos sensores

Consequências: Prejuízo financeiro, aquisição de dados incorretos, má calibração dos sensores e atraso na fabricação e integração dos sistemas.

Ações: Mitigar. Aquisição de componentes eletrônicos que possuem excelentes *feedbacks*, realizar *debug* dos sensores e utilizar corretamente o *datasheet* do fabricante.

9. Saída de membro da equipe

Consequências: Aumento na demanda de trabalho para os demais membros da equipe.

Ações: Aceitar. Realocação do trabalho a ser feito de acordo com a subárea a qual o membro pertencia.

10. Curto-circuito dos componentes eletrônicos

Consequências: Não funcionamento do sistema e da porta.

Ações: Prevenir. Estudo e análise detalhada do diagrama e distribuição dos componentes elétricos e eletrônicos.

4 Requisitos

4.1 Requisitos Eletrônica

- Ser robusto com o objetivo de evitar gargalos de processamento;
- Ser seguro para a saúde e o bem-estar do usuário;
- Ser protegido para evitar invasões e fraudes;
- Ser um sistema operacional em tempo real;

4.2 Requisitos Estrutura

- Ser resistente a tentativas de passagem forçada;
- Ser leve, para facilitar sua instalação e melhorar sua eficiência;
- Abrigar todos os componentes referentes aos demais subsistemas;
- Ser acessível a cadeirantes e obesos;
- Ter manutenção simples;
- Acomodar motor de abertura/fechamento da porta.

4.3 Requisitos Energia

- Motor deve ter torque adequado para o movimento da porta.
- Suprir a demanda energética dos dispositivos eletrônicos.
- Garantir o funcionamento do produto caso haja falta de energia da rede elétrica.

4.4 Requisitos Software

4.4.1 Requisitos Funcionais

4.4.1.1 Requisitos Web/API

- O sistema deve cadastrar pessoas;
- O sistema deve consultar pessoas;
- O sistema deve editar as informações das pessoas cadastradas;
- O sistema deve desativar pessoas cadastradas;
- O sistema deve armazenar as informações de temperaturas recebidas da Raspberry Pi;
- O sistema deve receber comandos da Raspberry Pi;
- O sistema deve enviar comandos à Raspberry Pi;
- O sistema deve armazenar informações de entrada e saída de usuários;
- O sistema deve consultar históricos de temperaturas;
- O sistema deve fazer a verificação facial e enviar uma resposta à Raspberry Pi.

4.4.1.2 Requisitos Reconhecimento Facial

- O sistema deve receber as imagens;
- O sistema deve identificar se existe um rosto nas imagens recebidas;
- O sistema deve verificar se o rosto identificado é autorizado ou não;
- O sistema deve registrar informações de entrada e saída;
- O sistema deve enviar dados para API;
- O sistema deve receber dados da API;

4.4.2 Requisitos não Funcionais

- **Segurança:** a porta deve garantir que somente pessoas permitidas tenham acesso;
- **Segurança dos dados:** os dados precisam ser armazenados de maneira consistente e transmitidos de modo seguro, sem que haja riscos de vazamento ou perda dos dados dos usuários;

- **Disponibilidade:** o sistema deve estar disponível e em funcionamento em todo o tempo possível;
- **Usabilidade:** a porta deve ser de fácil uso e entendimento para o usuário.

5 Sistema eletrônico

A equipe de eletrônica é responsável por integrar os sistemas energéticos, estruturais e de informação. A instrumentação para coletar informações dos usuários, como imagens nos espectros do infravermelho e visível e registros de identificação por radio-frequência, além do controle do fluxo de acesso também são responsabilidade da equipe.

5.1 Solução do projeto e dados de engenharia

Para a realização deste projeto, o qual foca na parte de segurança por conta do Sars-CoV-2, utilizaremos os principais recursos (reconhecimento facial, RFID, sensor termográfico) com o objetivo de filtrar/autorizar que os respectivos usuários, cadastrados ou não, tenham acesso ou recusa de entrada no devido recinto.

Por definição, um sistema embarcado é um sistema computadorizado com uma função dedicada dentro de um sistema mecânico e/ou elétrico maior, geralmente com restrições de computação em tempo real, e é incorporado como parte de um dispositivo completo, muitas vezes incluindo peças mecânicas e de hardware(BARR; MASSA, 1999).

Os sistemas embarcados modernos são frequentemente baseados em microcontroladores (isto é, CPUs com memória integrada ou interfaces periféricas), mas microprocessadores comuns (usando chips externos para circuitos de memória e periféricos) também são muito utilizados, especialmente em sistemas mais complexos. Em ambos os casos, o processador a ser utilizado pode ser de tipos variados, desde fins gerais até aqueles especializados em certas classes de cálculos, ou até mesmo customizados para a aplicação em questão(HEATH, 2002)(BARR; MASSA, 1999).

Como o sistema embarcado é dedicado a tarefas específicas, os engenheiros de projeto podem otimizá-lo para reduzir o tamanho e o custo do produto e aumentar a confiabilidade e o desempenho. Alguns sistemas embarcados são produzidos em massa, beneficiando-se de economias de escala(BARR; MASSA, 1999).

5.1.1 Raspberry Pi

A placa Raspberry Pi é um computador de placa única, e no projeto ela estará acomodada a todos os componentes periféricos do sistema e ao banco de dados que ficará na nuvem. A raspberry, de modo geral, funcionará como a parte que tomará as decisões no sistema.

5.1.2 Termografia

Uma forma de medição de temperatura sem contato é através da radiação de ondas eletromagnéticas emitidas por um corpo. Na física de corpo negro, já existe o consenso de que qualquer corpo que não esteja na temperatura de zero Kelvin (zero absoluto) emite radiação em algum espectro, e a sua temperatura pode ser relacionada pela Lei de Stefan-Boltzmann, ou seja, pela equação,

$$I = \sigma T^4 \quad (I)$$

$I \rightarrow$ Intesidade total $[W \cdot m^{-2}]$

$\sigma \rightarrow$ Constante de Stefan – Boltzmann $= 5,6704 \times 10^{-8} [W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}]$

$T \rightarrow$ Temperatura em Kelvin $[K]$

Tendo como base a física de radiação de corpo negro (YONG; FREEDMAN, 2015), a técnica de termografia consiste na avaliação de imagens no espectro de radiação de ondas de calor ou infravermelho que já era amplamente usada para medir pontos quentes em áreas industriais e na avaliação de matérias. Vem se tornando popular no diagnóstico de pessoas com febre ou aumento da temperatura corporal, como sugerido pelo artigo “Comparison of 3 Infrared Thermal Detection Systems and Self- Report for Mass Fever Screening”, de 2010, publicado pelo CDC (Centers for Disease Control and Prevention), nos Estados Unidos. Como sugerido pelo texto, faz um comparativo entre a medição de temperatura por 3 câmeras de termografia no espectro infravermelho e a temperatura feita por um termômetro de via oral, obtendo resultados favoráveis para o uso de termografia em diagnóstico de febre. Os modelos usados para a época são irrelevantes para o nosso projeto, pois já se tornaram obsoletos dado o tempo de publicação. Porém, os fabricantes Flir systems Inc., OptoTherm Termal Imagem System and Ifrared Cameras Inc. e Wahl Instruments Inc. serão considerados na tomada de decisão para o modelo a ser utilizado no projeto, assim como os modelos Sistema de Triagem de Febre Infravermelho STE (STFI) (Singapore Technologies Electronics, Singapore), o Omnisense Sentry MKIII (Omnisense Systems Ptd Ltd., Singapura) e o termoscópio infravermelho Quick Shot portátil HT-F03B (Shenzhen WTYD Technology Limited, Guangdong, China), sugeridos pelo artigo “Comparison of Infrared Thermal Detection Systems for mass fever screening in a tropical healthcare setting” para regiões com o clima tropical, como é o caso do Brasil.

5.1.2.1 Modelos de Câmeras termográficas Infravermelho

Fabricante OptoTherm Termal Imagem System and Infrared Cameras Inc.

Pontos positivos:

- É reconhecida internacionalmente por sua excelência, inclusive em publicações científicas.
- É confiável, robusta e possui resposta rápida para um grande fluxo de pessoas.

Pontos negativos:

- É um sistema pronto com código fechado, não seria uma boa opção para aplicações de desenvolvimento, mesmo comprando a câmera separadamente, por ser um produto muito dependente do software do fabricante.
- Incorpora um sistema de triagem de doentes o que foge ao escopo do nosso produto.
- O desenvolvedor distribui o produto apenas para redes médicas.

Fabricante Singapore Technologies Electronics. Pontos positivos:

- Sistema robusto e pensado para regiões com o clima próximo ao encontrado em regiões brasileiras.
- Foi desenvolvido pelo sistema de defesa de Singapura e já foi utilizado em crises sanitárias como o SARS em 2003.

Pontos negativos:

- É um sistema de triagem epidêmica, o que foge do escopo do projeto por ser restrito a desenvolvimento.
- Por ser um projeto ligado ao sistema de defesa de Singapura, informações são restritas e o acesso é possível apenas às publicações acadêmicas dos resultados.

Fabricante Flir systems Inc. Pontos positivos:

- Sistema confiável e com funcionamento reconhecido em artigos científicos.
- É utilizado em larga escala para diversas aplicações que vão desde identificação de pontos quentes em indústrias até medicina diagnóstica em centros clínicos.
- Possui grande variedade de produtos.
- Vende o sensor separadamente, podendo ser utilizado de forma modular e para prototipação e testes.
- Possui compatibilidade com muitos dispositivos e placas.

- É escalável e tem código aberto para os sistemas modulares.

Pontos negativos:

- Pode possuir preços extremamente elevados dependendo do modelo do sensor.
- Modelos mais básicos possuem baixa resolução e não são indicados para aplicações em medicina diagnóstica.

5.1.3 Identificação visual

Para identificação por reconhecimento facial, são necessárias imagens de alta resolução, permitindo a aquisição dos pontos essenciais de comparação com os dados salvos. Com essa requisição, buscam-se ferramentas com quantidades de pixels que permitam uma boa filmagem, garantindo o número mínimo de pontos de reconhecimento.

5.1.3.1 Modelos de Câmeras para Raspberry Pi

Foram pesquisados alguns modelos para serem aplicados seguindo o escopo do projeto. O fabricante da Raspberry Pi possui uma grande variedade de modelos possíveis e a sua compatibilidade de comunicação sem a necessidade de alterações em hardware da placa é um diferencial para a manutenção e escalabilidade do produto. Por outro lado, também foram pesquisados modelos de outros fabricantes com as especificações próximas à solicitada pelo projeto, que é uma imagem limpa do rosto de uma pessoa, capaz de ser identificada após o processamento da imagem e uso de algoritmos de reconhecimento facial.

Entre as opções pesquisadas as de maior relevância são:

Câmeras de 5MP:

Câmera 1: Câmera 1080p 5MP para Raspberry Pi com 150 Graus de ângulo de visão.

- O sistema possui uma capacidade de imagens de até 1080p, ajuste de foco automático. Possui um alcance menor de visão em relação aos outros modelos pesquisados, o que não afeta o objetivo do projeto.

Câmera 2: Módulo da câmera de 5MP ov5647 para Raspberry Pi 4b/3b + visão noturna infravermelha 130 graus fov 1080p.

- Possibilita a aquisição de imagens em até 1080p e possui um sistema infravermelho para auxílio na aquisição de imagens noturnas, e as desvantagens são que não possui foco automático e o ângulo de visão é menor.

Câmera 3: Raspberry Pi câmera/5MP, 8mm distância focal, visão noturna noir, placa da câmera com IR-CUT para Raspberry Pi 4, 3b+ e zero:

- Resolução de imagens de até 1080p, sistema integrado de infravermelho para auxílio de aquisição de imagens noturnas, e as desvantagens são que não possui foco automático e o tamanho consideravelmente maior em comparação aos outros modelos.

Câmera com 8MP

Câmera 4: Câmera Raspberry Pi v2 com 8MP e sensor Sony IMX219:

- Modelo com o menor tamanho em relação ao hardware, com uma alta resolução, podendo trabalhar em diferentes faixas, comunicação CSI, e a desvantagem é que não possui foco automático.

Câmera 12,3 MP

Câmera 5: Itinit r26 Raspberry Pi hq câmera 12.3MP, sensor de alta resolução Sony imx477 e lente de 6mm/16mm e lente telefoto para 4b/3b +

- Em relação a câmeras, um dos últimos produtos da Raspberry Pi que foi avaliado. Possui a melhor resolução entre as opções pesquisadas, foco autoajustável, lentes que mitigam efeitos luminosos externos e permite escolha do foco. Os seus pontos negativos estão relacionados ao tamanho, que é o maior entre os modelos, e o preço.

Câmeras	Resolução	Tamanho	Mega Pixels	Total
Câmera 1	3	2	5	10
Câmera 2	3	1	5	9
Câmera 3	3	1	5	9
Câmera 4	3	3	8	14
Câmera 5	3	1	12	15

Tabela 2 – Matriz de decisão câmeras

A câmera escolhida para o projeto com base na matriz de decisão foi a 4. Possui características melhores em alguns aspectos e idênticas em outros se comparada às suas concorrentes. A escolha foi decorrente da necessidade de um sistema de boa qualidade e do menor tamanho.

5.1.4 RFID (Radio Frequency Identification)

A identificação por radiofrequência é uma alternativa para controles de fluxo bastante difundida em logística. Atualmente encontramos bibliotecas que utilizam marcadores RFID para identificação e controle de livros, supermercados para controle de estoque, transportadoras para controle de encomendas. O RFID é usado em várias aplicações nas quais outros métodos não são possíveis, como por exemplo a identificação por imagem. Os sistemas podem ser utilizados como identificação principal, mas no caso desse projeto será usado como uma identificação secundária, para validação e otimização de identificação do usuário.

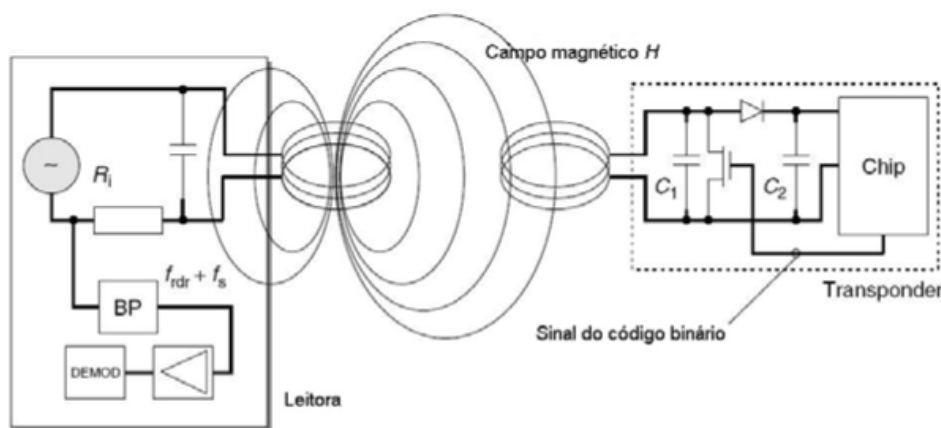


Figura 9 – Diagrama de sistema RFID (FINKENZELLER, 2003)

A figura anterior representa um diagrama de blocos com alguns componentes de circuitaria ilustrando superficialmente o funcionamento do RFID. A troca de informação entre o leitor RFID, circuito periférico ligado à Raspberry Pi, e o transponder, que pode ser passivo (não possui alimentação interna) ou ativo (possui alimentação interna), é ilustrada pelo acoplamento eletromagnético (H).

Um dispositivo passivo, de acordo com os manuais dos fabricantes, é ideal para baixo alcance, entre 5mm e 15mm de distância, enquanto os ativos podem ter até 10m de alcance, porém são maiores, mais caros e com vida útil que pode ser delimitada pela duração da bateria.

O dimensionamento do sistema RFID será melhor realizado para o segundo ponto de controle, mas a ideia inicial é usar um transponder ativo e talvez fazer uma otimização na antena para melhorar o ganho e conseguir uma distância de no mínimo 1,5m.

5.1.5 Sensor de Presença

Para a identificação de usuários na entrada da porta, é necessário o uso de um sensor que permite a identificação de um usuário a uma distância 'x' do local de entrada.

Logo, buscam-se ferramentas em tais componentes que supram a necessidade a eles atribuída, tanto na parte de abertura da porta quanto após a passagem do usuário, para que ela feche e o processo reinicie com um novo usuário.

Foram pesquisados alguns tipos de sensores para serem aplicados seguindo o escopo do projeto. Entre as opções disponíveis no mercado, as com maior relevância foram:

Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04:

O sensor é capaz de medir distâncias de 2cm a 4m com ótima precisão e baixo preço. Esse módulo possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (Vcc, Trigger, Echo, GND) para medição.

- De acordo com o datasheet, esse sensor utiliza sinais ultrassônicos (40KHz acima da capacidade auditiva do ouvido humano, que corresponde geralmente a no máximo 20KHz) para determinar a distância entre o sensor acoplado no robô e o obstáculo. O HC-SR04 pode medir com precisão de 3mm. Seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus. Ele possui 4 pinos: Vcc (alimentação 5V), Trigger, Echo e GND. O módulo de sensor ultrassônico funciona resumidamente da seguinte forma: envia um sinal e, quando esse sinal atinge um objeto, ele volta para o sensor. A partir do tempo entre envio e recebimento, é calculada a distância entre o sensor acoplado no robô e o obstáculo, fazendo uso da velocidade do sinal. É enviado um sinal com duração de 10µs ao pino Trigger, dando início à medição. A partir desse sinal, o módulo envia 8 pulsos de 40KHz e aguarda o retorno do sinal pelo receptor. Se houver um retorno de sinal, em nível High/Up, a distância entre o sensor e o obstáculo é determinada por meio da seguinte equação:

$$Distância [m] = \frac{Tempo em High [s] \cdot Velocidade do Som [m \cdot s^{-1}]}{2} \quad (II)$$

O resultado da fórmula II deve ser a metade do produto do pulso com a velocidade de ida e volta do sinal. Assim se adquire o tempo que ele percorre a distância duas vezes.

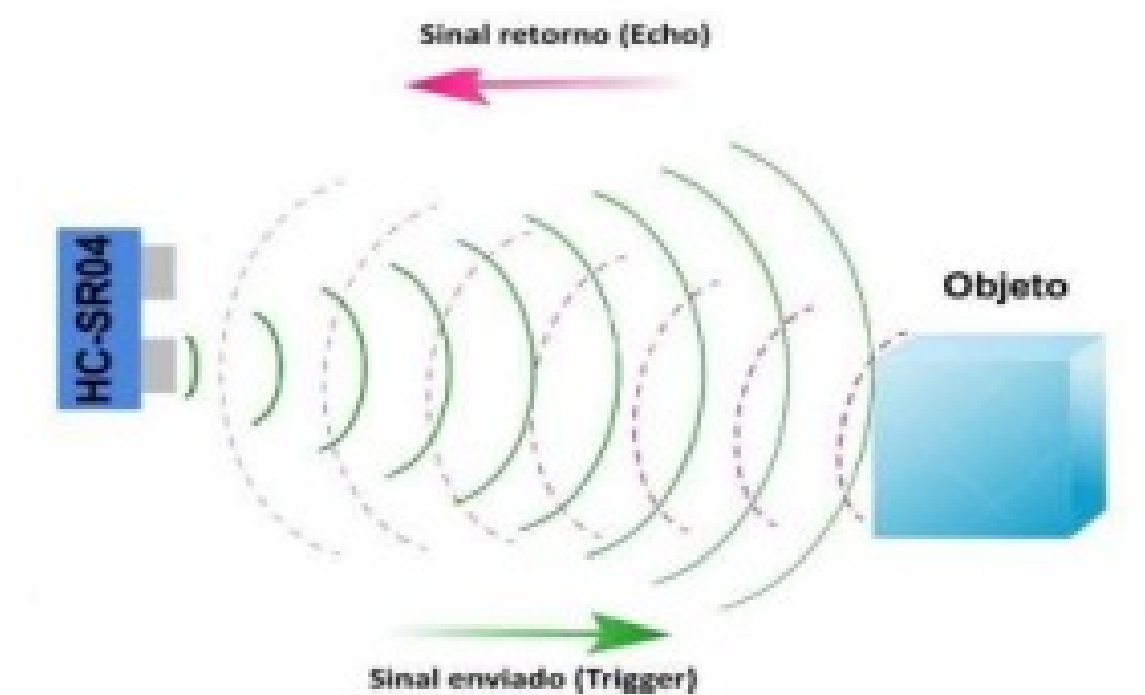


Figura 10 – Representação do funcionamento do HC-SR04;

6 Solução de Energia

O escopo da solução de energia envolve uma fonte de alimentação principal, que será a rede elétrica, e para que haja maior confiabilidade do sistema, será necessária uma fonte de alimentação secundária de energia, um nobreak, que alimentará os dispositivos quando houver interrupção de seu fornecimento. O projeto do nobreak deve atentar-se para as normas vigentes, como a NBR 15014 - Conversor a semicondutor - Sistema de alimentação de potência ininterrupta, com saída em corrente alternada (nobreak) - Terminologia; e a NBR 15204 - Conversor a semicondutor - Sistema de alimentação de potência ininterrupta com saída em corrente alternada (nobreak) - Segurança e desempenho.

O banco de baterias deverá ser dimensionado para suprir a demanda energética de todos os componentes eletrônicos e mecânicos, para garantir o funcionamento do sistema pelo período em que não houver a alimentação pela rede, como está representado no Diagrama da Figura 7. Um Sistema de Gerenciamento de Baterias - BMS será responsável por monitorar o estado da bateria, para garantir sua proteção, possibilitando a operação mais segura.

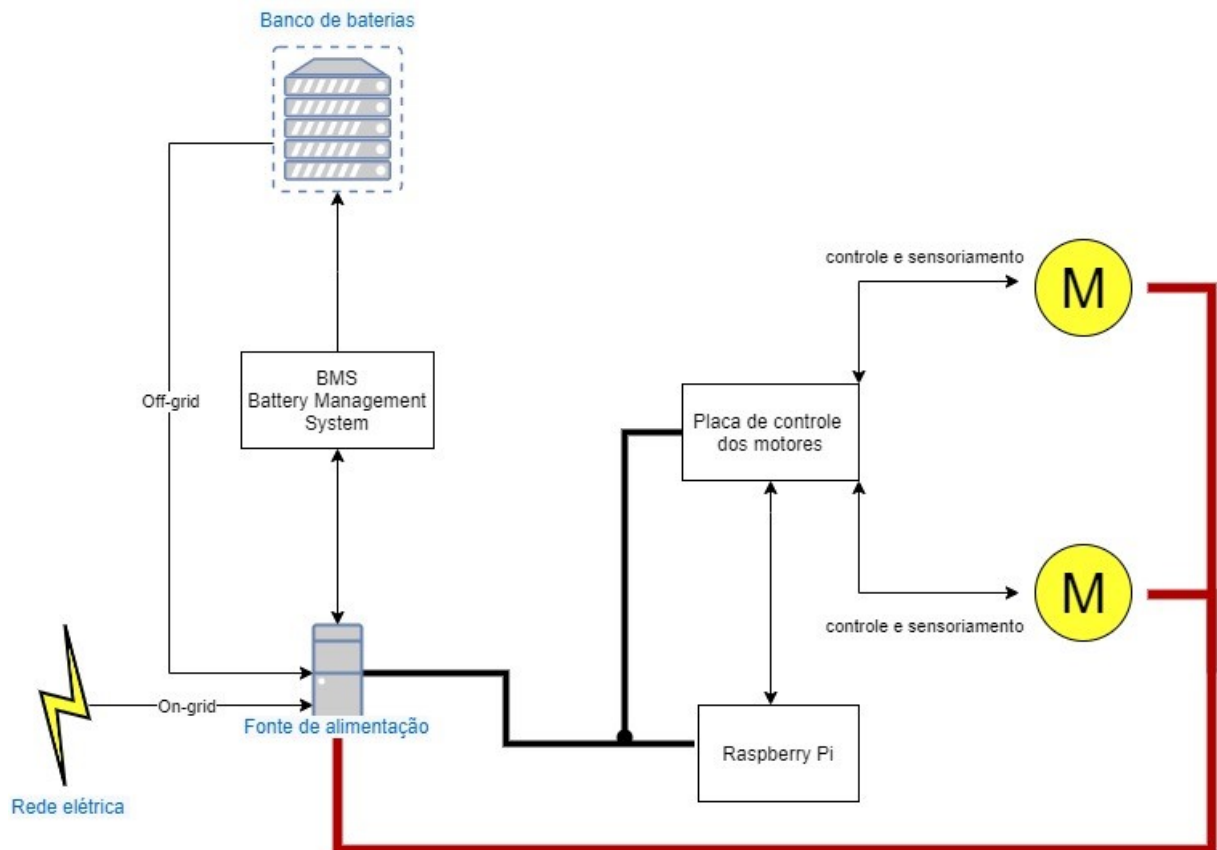


Figura 11 – Sistema de alimentação.

Os motores deverão ser acionados eletronicamente e ter o torque necessário para abrir as duas folhas da porta. Geralmente, utilizam-se motores elétricos de corrente contínua em aplicações que exigem fortes acelerações e desacelerações, bem como uma grande precisão. O tipo de motor utilizado no projeto será o Brushless DC, que é um motor síncrono de corrente contínua sem escovas. Depois de calculado o torque necessário, será realizada uma pesquisa de mercado para encontrar o motor que atenda a essa especificação.

A figura 8 mostra um comparativo entre um motor de corrente contínua com escovas e o motor sem escovas. Os motores Brushless estão cada vez mais sendo utilizados em aplicações na indústria de instrumentação e automação, pois têm melhores características de velocidade *versus* torque, alta eficiência, alta resposta dinâmica, longa vida útil, operação silenciosa, faixa de velocidade mais alta e tamanho e peso reduzido para a mesma potência se comparado aos demais motores encontrados no mercado, como os motores DC convencionais(MICROCHIP..., 2004).

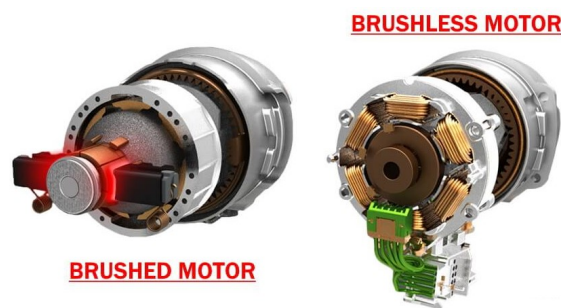


Figura 12 – Diferença entre Motor com escova e sem escova(DIFFERENCE..., 2020).

Por serem controlados por circuito integrado de altíssima precisão, possuem melhor controle de rotação, velocidade e ângulo.

6.1 Matriz de decisão do motor

Na Matriz de Decisão do motor, pode ser verificado um comparativo dos motores mais utilizados em automação e os critérios que foram analisados. Por serem comutados eletronicamente, sua utilização contribui para a integração entre as áreas do projeto.

Tipo de Motor	Eficiência	Faixa de Velocidade	Ruído	Prego	Vida útil	Manutenção	Tamanho(Para mesma potência)	TOTAL
Motor DC	4	4	1	4	2	2	4	21
Brushless	5	4	4	2	5	5	4	29
Motor de passo	3	4	3	3	4	3	3	23
Servo motor	4	2	1	2	2	2	4	17

Tabela 3 – Matriz de decisão motor.

7 Estrutura

O objetivo da equipe é fabricar uma porta automática que cumpra os requisitos de estrutura de modo que seja acessível a pessoas obesas e cadeirantes.

7.1 Concepção

7.1.1 Matriz de decisão

Para a escolha do tipo de porta da estrutura foram considerados, à princípio, dois tipos: porta giratória e porta deslizante. Então criaram-se pesos como "segurança" e "acessibilidade", atribuindo-lhes valores de 0 a 5. A porta que teve a maior pontuação foi a escolhida.



Figura 13 – Portas deslizante e giratória, respectivamente

Tipo de porta	Segurança	Acessibilidade	Estética	Custo	Fabricação	Simplicidade	Manutenção	TOTAL
Porta deslizante	3	5	5	1	3	4	3	24
Porta giratória	5	1	2	5	4	2	3	22

Tabela 4 – Matriz de decisão entre porta giratória ou deslizante

Portanto, justifica-se a escolha da porta deslizante. Após discussões subsequentes, no entanto, decidiu-se adaptar a geometria da porta deslizante para uma de abrir, devido

ao fato de que esta última permite empregar uma largura de passagem maior sem a necessidade de se aumentar a largura dos gabinetes, o que tornaria o design inviável.

7.1.2 Esboço

O primeiro esboço da estrutura pode ser visto abaixo na Figura 14. Num primeiro momento dividimos a porta automática em três: gabinete, moldura e porta.

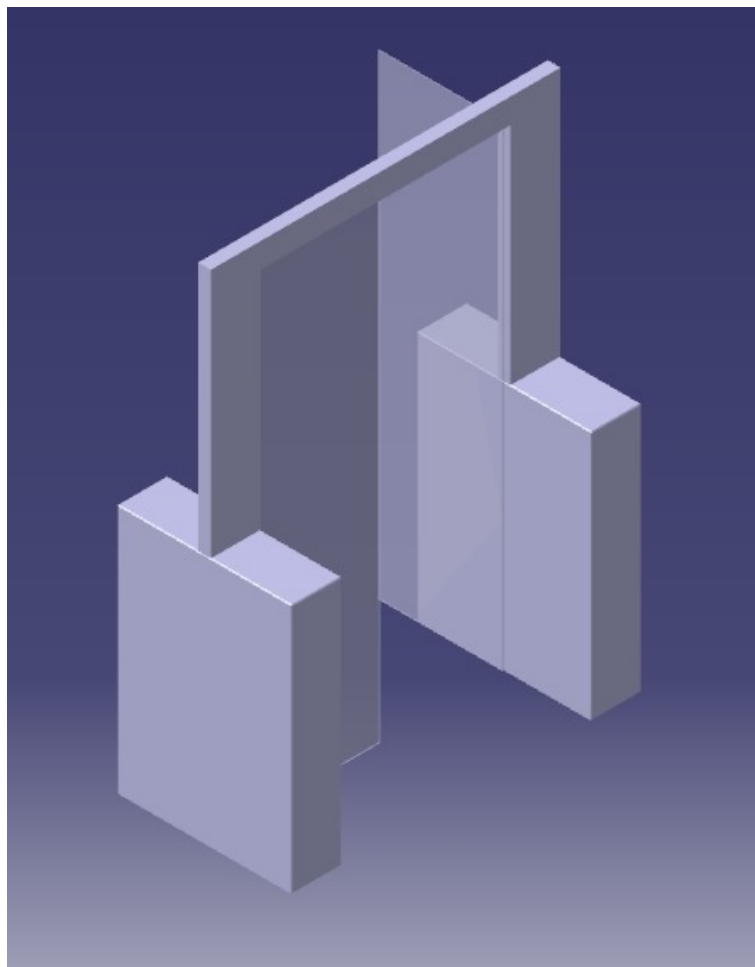


Figura 14 – Esboço da porta

7.2 Gabinete

7.2.1 Escolha do material do gabinete

Ao ponderar sobre o gabinete da porta, ocorreram 3 tipos de materiais, como metal, madeira e polímeros.

Os insumos metálicos utilizados pela indústria não apresentam características que os diferenciem dos direcionados aos demais setores. Tais insumos podem ser classificados

em dois grupos principais. O primeiro é formado por elementos estruturais, que constituem os móveis metálicos propriamente ditos.

De acordo com o Instituto de Estudos e Marketing Industrial (Iemi) e a Associação das Indústrias de Móveis do Estado do Rio Grande do Sul (Movergs), os móveis de metal são compostos essencialmente por tubos (62% em peso) e por chapas (38%). O outro tipo de insumo metálico são as chamadas ferragens (como puxadores), utilizadas também em móveis de madeira e de outros materiais. As ferragens de melhor qualidade são produzidas em latão, liga de cobre e zinco, que oferecem inúmeras vantagens em relação a outros materiais, como zamak (ligas de zinco com alumínio, magnésio e cobre), alumínio, aço carbono e aço inoxidável. A forma e a disposição das ferragens constituem importante ferramenta para o design de móveis em geral.

A primeira matéria-prima empregada na fabricação de móveis foi a madeira nativa, ou madeira de lei. Suas características principais são a aparência das diferentes fibras e colorações, a alta resistência física e mecânica, a durabilidade e a usinabilidade (pode ser emoldurada, torneada ou entalhada). Como exemplo, podemos citar o jacarandá, o mogno, a imbuia, a cerejeira, o freijó e o marfim. Os compostos laminados se caracterizam pela estrutura contínua de linha de cola através do processo de colagem, para fabricação de produtos como: compensado multilaminado, compensado sarrafeado (blockboard), compensado de lâminas paralelas (lammyboard), compensado de madeira maciça (three-ply) e painel de lâminas paralelas (laminated veneer lumber –LVL).

Entretanto, há um inegável avanço em materiais poliméricos, de modo que há também como opção o polipropileno. É uma opção mais barata e de fabricação ecologicamente correta, podendo ser reciclada seguindo normas técnicas da Anvisa e usada para as partes que deverão guardar peças e fios que serão utilizadas para a confecção da porta. Assim, os gabinetes serão confeccionados em polipropileno, e a seguir será discorrido sobre o assunto.

Será utilizada a usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado), pois através dela pode-se obter placas com o acabamento milimétrico com curvas e detalhes, garantindo que os produtos tenham cortes/recortes precisos, usinagem em todos os ângulos e sentidos e ótimos acabamentos.

O material Polipropileno apresenta características mais atrativas para a confecção do projeto, pois ele é um tipo de plástico mais resistente e durável. Com ele são fabricados móveis, brinquedos, copos, talheres, pratos, peças de máquinas de lavar, saca-rolhas, para-choques, ventiladores, materiais aquáticos e muitos outros.

O polipropileno é moldado com pigmentação na cor do objeto que deverá ser fabricado. Como exemplo, se a cadeira for amarela, o polipropileno escolhido será dessa mesma cor. Abaixo as principais características do propileno.

- Alta Tenacidade;
- Facilidade de pigmentação (semi-brilho);
- Resistência química;
- Tem alta resistência a detergentes e produtos de limpeza;
- Resistência ao mofo e intempéries;
- Absorção baixa à umidade;
- Material reciclável;
- Matéria-prima leve.

O material fica bem em qualquer ambiente e combina com diversas peças. Os móveis possuem estruturas resistentes e joviais, podendo mesclar com cômodos de materiais diferenciados.

Durabilidade. Os móveis de polipropileno são duráveis, não havendo um tempo determinado de vida útil. Além disso, são resistentes a produtos químicos e solventes. Os objetos moldados de polipropileno têm baixa absorção de umidade e resistem a impactos. O material pode ser usado em área interna ou externa, mas antes de colocá-lo ao sol é bom observar se há proteção contra raios ultravioleta. Assim, cadeiras e mesas não ficarão manchadas.

Cores vivas. Os móveis fabricados com polipropileno têm cores vivas e vibrantes. São para pessoas que não têm medo de ousar e de arriscar com design fora dos padrões. É possível encontrar mobílias nas cores vermelha, amarela, azul, verde, entre outras, além de branca e preta.

Modernidade. Ambientes modernos exigem móveis coloridos e versáteis, assim como os feitos de polipropileno. Eles podem ser colocados na cozinha, sala de estar, sala de jantar, escritório e quartos. As áreas externas também pedem objetos alegres. O importante é saber brincar com o contraste para deixar a decoração agradável.

Limpeza fácil. Uma das vantagens do polipropileno é a facilidade de limpeza, que pode ser feita usando apenas um pano umedecido.

7.3 Moldura

Uma das necessidades do projeto, solicitada pela equipe de eletrônica, é que o usuário deve ser filmado por uma câmera termográfica infravermelho para identificar sua temperatura e por uma câmera comum para o reconhecimento facial. Um feedback sobre

sua entrada/saída será emitido visualmente por uma tela. Portanto, o suporte para estes componentes será uma "moldura".

A moldura consistirá de tubos de aço, pois suportará os carregamentos e o esforços dos componentes eletrônicos e sua facilidade de solda em relação ao alumínio permitirá melhor design a integração com o gabinete.

7.4 Porta

A porta deve atender ao requisito de passagem de cadeirantes e pessoas obesas. De acordo com a Federação Internacional de Diabéticos, um obeso tem a partir de 94 centímetros de circunferência. Com base no levantamento de informações sobre cadeiras de rodas para obesos foi verificado um valor de largura total aberta de no máximo 84 centímetros. O grupo então optou pela passagem de 1 metro. A porta será de material transparente.

8 Software

A figura 15 apresenta a visão geral da parte de software do projeto, bem como representa como a comunicação do software com os demais componentes.

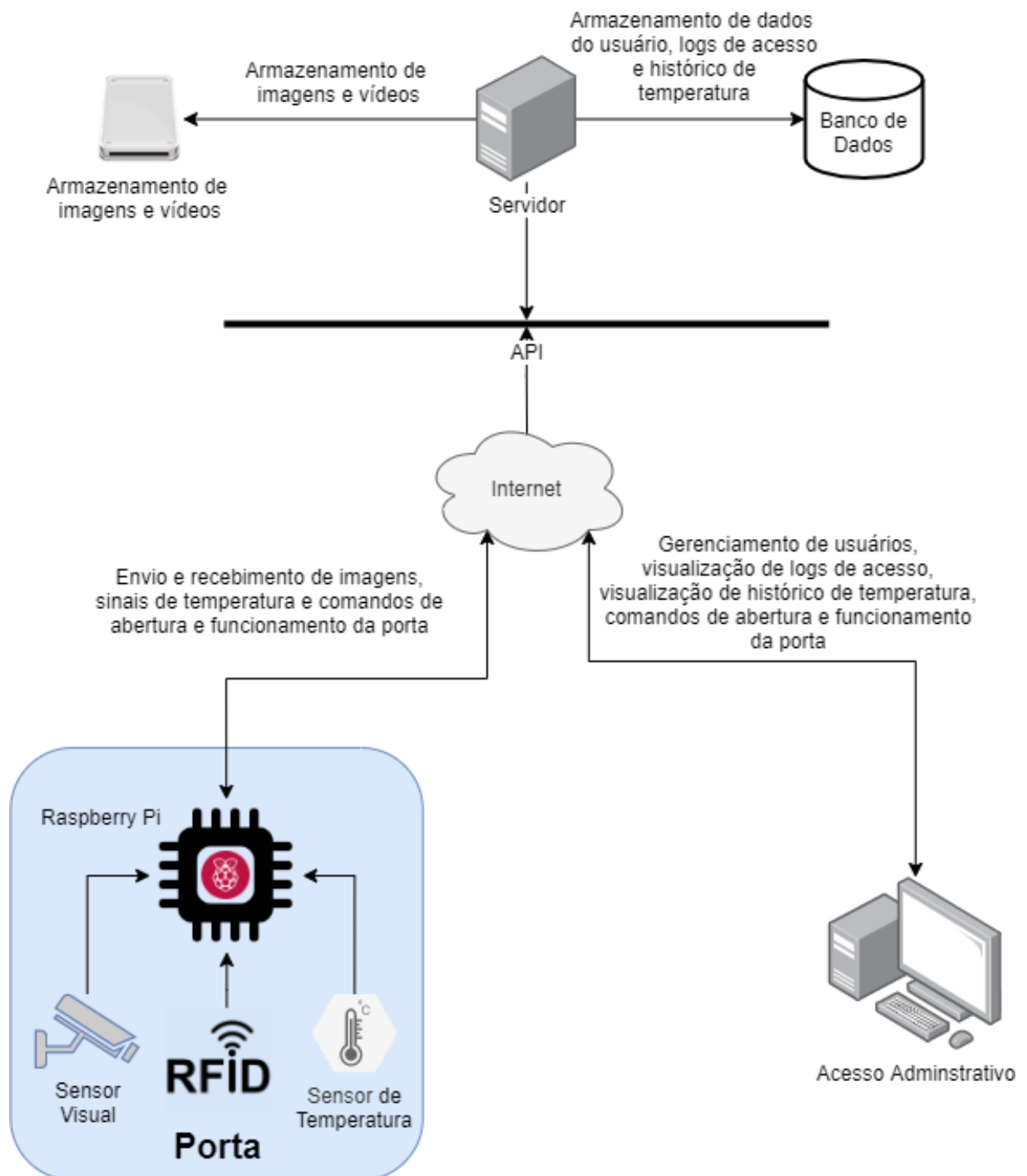


Figura 15 – Representação da comunicação do software com os componentes da porta -
Próprios Autores

8.1 Arquitetura da Informação

Este tópico visa à definição de informações, de modo que especifica decisões relevantes na produção e implementação do projeto em relação ao assunto discorrido, explicitando como acontecerá a comunicação das diversas tecnologias contidas no software como um todo.

Contextualizando, a ideia inicial seria uma porta para empresas, que permite a entrada de um funcionário por meio de reconhecimento facial e de uma verificação de temperatura, para um maior controle do fluxo de pessoas e de prevenção ao contágio da COVID-19.

A aplicação web será uma espécie de painel administrativo, que será utilizado pelos funcionários responsáveis pelo controle do fluxo de pessoas, que vai ter funcionalidades como histórico de entrada e saída, juntamente a um histórico de temperatura, além de funcionalidades para o controle direto da porta.

8.1.1 Tecnologias utilizadas

As tecnologias utilizadas são baseadas nos estudos demonstrados anteriormente e conhecimento prévio da equipe de desenvolvimento.

8.1.1.1 Website

Para o desenvolvimento do site, será utilizada a linguagem JavaScript e a biblioteca de construção de interface de usuários React. Essas escolhas foram motivadas por o JavaScript ser a linguagem mais utilizada em navegadores ([VIANA et al., 2015](#)) e pelo React possibilitar a construção de interfaces reativas, proporcionando uma ótima usabilidade.

8.1.1.2 API

A API será desenvolvida utilizando a linguagem Python e Django Rest Framework. Segundo a documentação do ([DJANGO](#),), é um framework escrito em Python e utilizado para a construção de web APIs. As motivações para a escolha dessas tecnologias foram a fácil integração do Python com o OpenCV ([MORDVINTSEV; ABID, 2014](#)) e com a Raspberry Pi. Além disso, também ressalta-se a facilidade de construção de uma API utilizando o Django Rest.

8.1.1.3 Banco de dados

O banco de dados utilizado no projeto será o ([POSTGRESQL](#),), que é open source e tem fácil integração com Python e Django.

8.1.1.4 OpenCV

O OpenCV é uma ferramenta open source que fornece uma infraestrutura comum para aplicação de visão computacional(BRADSKI; KAEHLER, 2000). Seu uso é multiplataforma, atendendo inúmeras empresas, tendo licenciamento BSD, o que torna aplicável e possibilita modificações para cada implementação(CULJAK et al., 2012).

A aplicabilidade está voltada a detecção de rostos, identificação de objetos, classificações de ações humanas, união de imagem para produção em alta qualidade, semelhanças e edição de objetos.

8.1.2 Protótipo

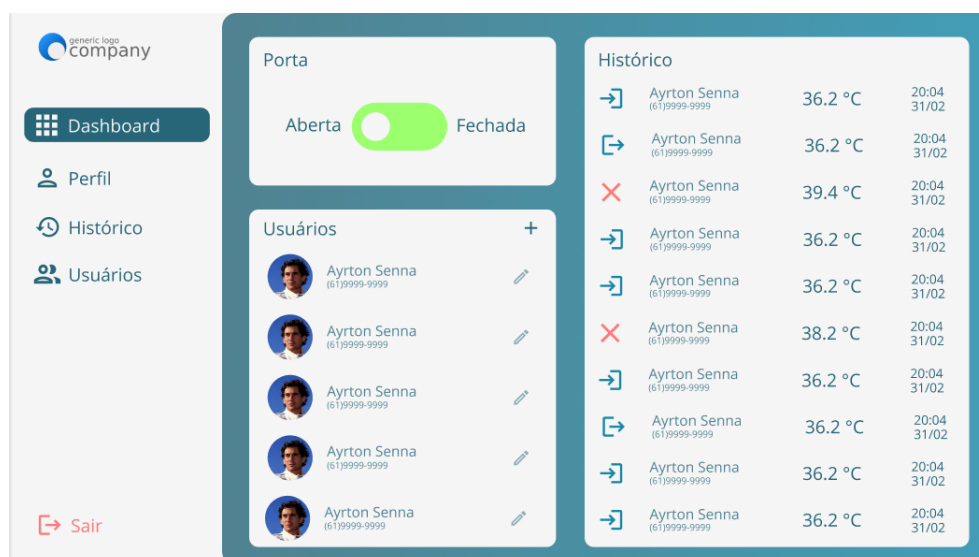


Figura 16 – Screenshot da página Dashboard no [protótipo](#) - Próprios Autores

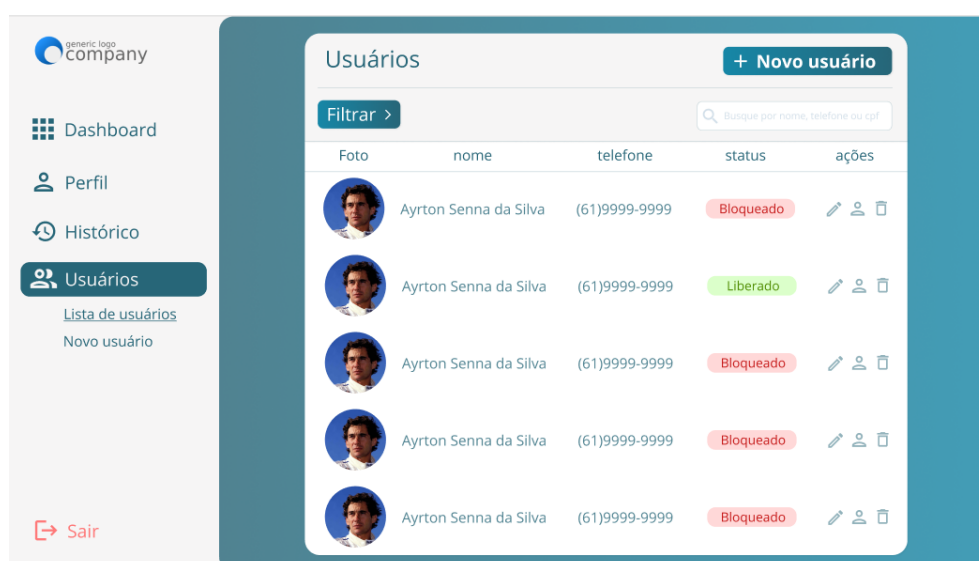


Figura 17 – Screenshot da página Lista de usuários no [protótipo](#) - Próprios Autores

8.2 Inovação

Segundo ([Khurana; Chauhan; Singh, 2020](#)), o rosto é o principal ponto focal a ser considerado na atividade de transmissão e reconhecimento de identidade. Seres humanos conseguem facilmente reconhecer e diferenciar faces, e até lembrá-las por longos períodos, mesmo considerando diversos fatores que dificultam, como penteado, barba e envelhecimento, por exemplo.

O computador também é capaz de realizar essas atividades, porém, projetar um modelo capaz de reconhecer faces humanas pode se tornar bastante complicado, pois o rosto humano tem muitas complexidades, aspectos multidimensionais e estímulos visuais ([Khurana; Chauhan; Singh, 2020](#)). Esses fatores podem tornar o processo de detecção e reconhecimento complicado e demorado, ou até mesmo combiná-los com os dados armazenados.

Visão Computacional tem como principal objetivo criar um sistema de reconhecimento facial que consiga imitar e até mesmo exceder essa habilidade humana([MILANO; HONORATO, 2014](#)). Assim, a proposta de inovação se dará por meio da implementação do sistema de reconhecimento facial para validação dos usuários. O desenvolvimento desse sistema será por meio da linguagem de programação Python, por possuir uma vasta quantidade de bibliotecas com classes que dão suporte para manipulação e tratamento de imagens, inclusive a biblioteca OpenCV, que será utilizada no projeto.

Nos últimos anos, esse tema tem crescido muito em relevância e é cada vez mais abordado na literatura, como pode ser visto nas figuras 23 e 19, que são gráficos de publicações ao longo dos anos, nas bases ([SCOPUS, 2021](#)) e ([WEBSCIENCE, 2021](#)), respectivamente, a partir da string de busca: ("facial recognition"AND "computer vision").

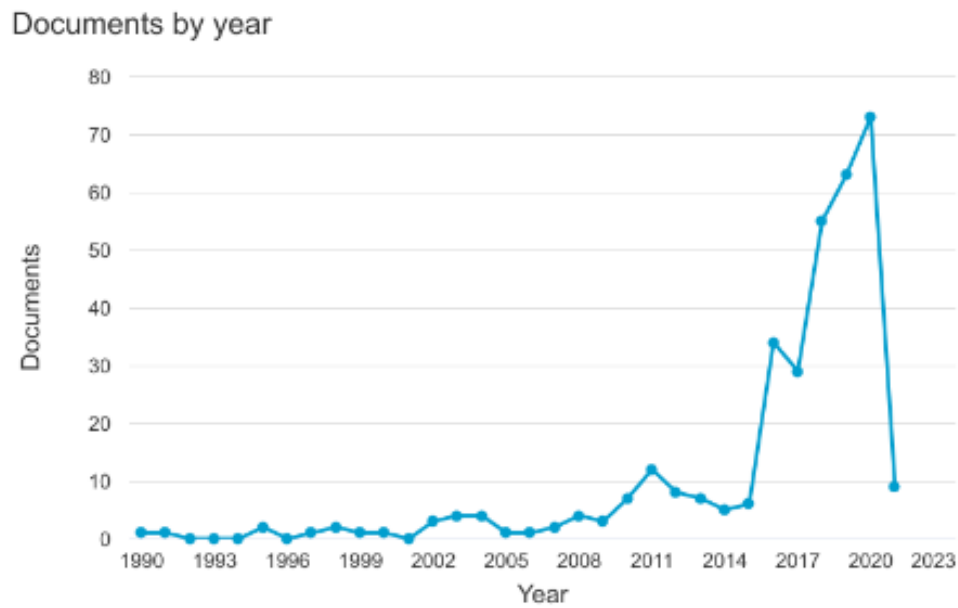


Figura 18 – Gráfico de publicações ao longo dos anos na base ([SCOPUS, 2021](#)) - Próprios Autores

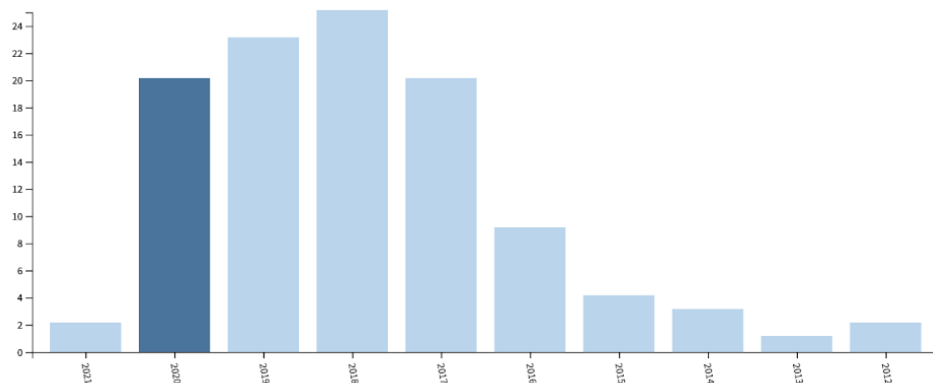


Figura 19 – Gráfico de publicações ao longo dos anos na base ([WEBSCIENCE, 2021](#)) - Próprios Autores

Para que seja possível realizar o reconhecimento facial, os seguintes problemas devem ser solucionados ([Boyko; Basytiuk; Shakhovska, 2018](#)):

1. Encontrar o rosto, seja em fotos ou em vídeos.
2. Posicionar rosto: enfrenta-se a tarefa de posicionar o rosto como se a foto/vídeo fosse tirada diretamente.
3. Definição das características exclusivas, análise da imagem e obtenção dos valores digitais do rosto.

4. Identificação de uma pessoa, comparação dos dados recebidos com dados já conhecidos.

A etapa inicial é de vital importância, pois se algum rosto não for identificado ou se algum outro objeto for considerado um rosto, os resultados podem ser insatisfatórios. O algoritmo utilizado no projeto para encontrar expressões faciais na imagem é o Histogram of Oriented Gradients.

Primeiramente a imagem é transformada para a escala de cinza(grayscale), pois os dados de cores na imagem não são relevantes para encontrar o rosto. Após essa etapa, cada pixel da imagem será analisado e também os pixels que estão ao seu redor. O propósito do algoritmo é comparar o quão escuro é o pixel em análise em relação aos pixels que o cercam. Em seguida é desenhada uma "seta", que é um gradiente, que indica a direção em que a imagem está ficando mais escura. Essa etapa é aplicada a cada pixel da imagem.

Ao substituir os pixels por gradientes, independentemente da claridade da imagem, a representação se mantém. Porém, ao salvar o gradiente para cada pixel, a imagem ainda contém muita informação, portanto, deve ser dividida em pequenos quadrados de dimensão 16x16 pixels cada, e em cada quadrado são contados quantos gradientes apontam em cada direção principal e estes são substituídos pelas direções principais. O propósito dessa etapa é ver apenas o fluxo básico de claridade/escureidão. Assim, obtém-se uma representação simples que captura a estrutura básica de um rosto.

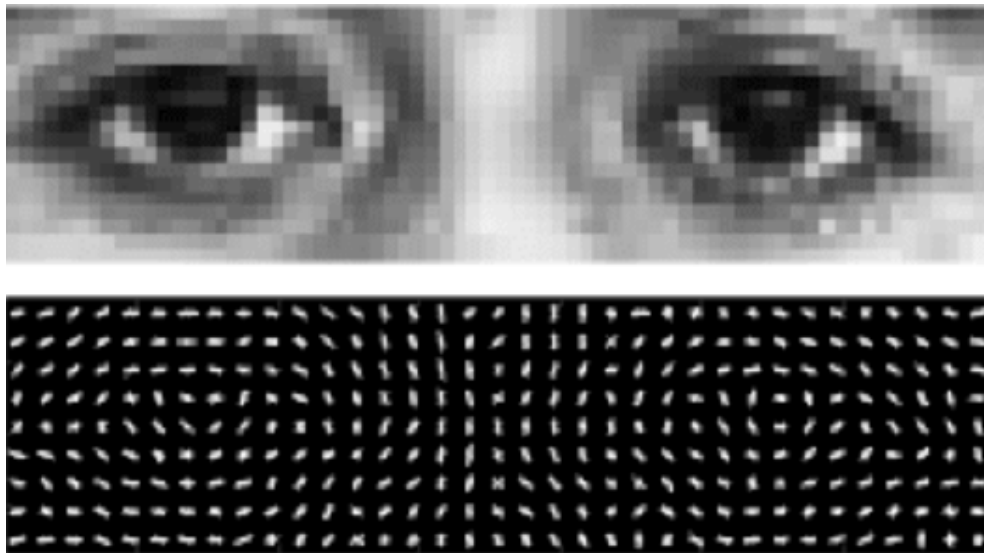


Figura 20 – Olho com filtro HOG - (ARAFAH et al., 2019)

Após encontrar o rosto na imagem, ele deve ser posicionado, pois na maior parte das imagens os rostos não estão centralizados, o que pode piorar o posterior reconhecimento. Para isso, será utilizado o algoritmo Landmark Estimation Algorithm. A ideia principal desse algoritmo é encontrar 68 pontos de referência que estão presentes em cada

rosto. Após encontrar os pontos de referência, com pequenas rotações, o rosto é centralizado.



Figura 21 – 68 pontos de referência do Landmark Estimation Algorithm - ([Boyko; Basytiuk; Shakhovska, 2018](#))

Após o posicionamento do rosto, é necessário encontrar características únicas para o rosto, de modo a conseguir distinguir faces, etapa diretamente relacionada ao reconhecimento facial. Comparar o rosto adquirido, inicialmente desconhecido, com todos os rostos disponíveis no banco de dados pode ser ineficaz e de alta complexidade computacional, no caso de haver um grande volume de dados. Assim, será aplicado o uso de Deep Convolutional Neural Networks, treinada para identificar 128 características faciais únicas. O processo de treinamento dessa rede neural funciona com o seguinte princípio:

- Upload da imagem do rosto de uma pessoa já conhecida (classificada);
- Upload de outra imagem do rosto da mesma pessoa (classificada);
- Upload de uma imagem do rosto de outra pessoa;

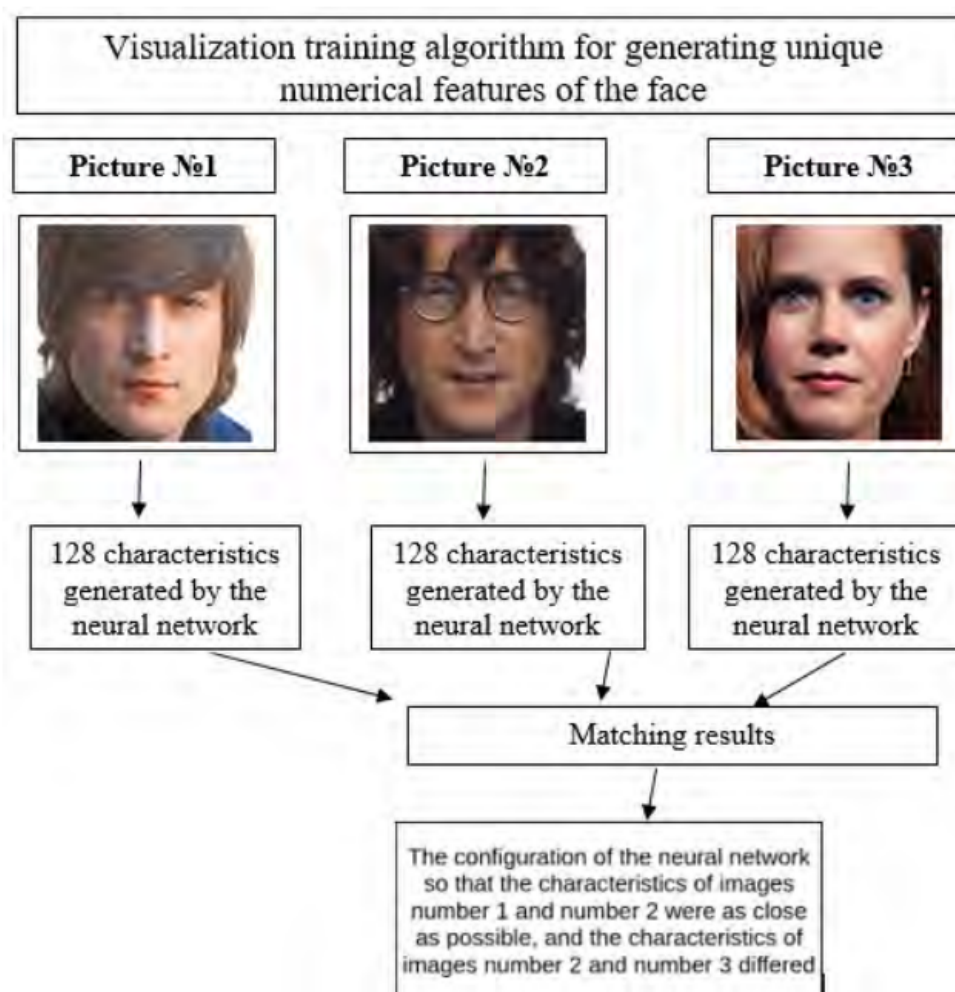


Figura 22 – Visualização do algoritmo de reconhecimento das características únicas do rosto - (Boyko; Basystiuk; Shakhovska, 2018)

A rede neural ajustará os resultados dos valores obtidos de forma que 128 características das imagens carregadas nas duas primeiras etapas sejam o mais próximo possível, e a imagem carregada na última etapa seja o mais diferente delas possível. Esse processo de treinamento consiste em gerar características numéricas únicas da face.

A última etapa do algoritmo consiste em comparar as 128 características obtidas do rosto na etapa anterior com todos os dados armazenados no banco de dados. Se eles coincidirem, será possível identificar a pessoa na imagem. Nessa etapa, será utilizado um classificador Support Vector Machine que possa fazer as medições de uma nova imagem de teste e informe qual pessoa conhecida é a mais próxima.

8.2.1 Visão Computacional

A busca de simular partes da compreensão humana e transferir para as máquinas é conhecida como visão computacional (MARENGONI; STRINGHINI, 2010). Áreas como

visão e audição têm ferramentas que compreendem a área interação humano computador e traduzem em campos como neurobiologia, processamento de sinais, aprendizado de máquinas, reconhecimento de padrões.

Para o processo de visão de uma máquina é necessário analisar uma imagem de entrada, interpretá-la e produzir uma saída satisfatória à sua função. Divide-se em três níveis um processamento de imagem: baixo, médio e alto. Os processos de baixo-nível são funções primitivas como contrastes e borrões; o médio-nível analisa partições e reconhece objetos; e o alto-nível entende tarefas de cognição mais associadas à visão humana ([PAPASAIKA-HANUSCH, 1967](#)).

9 Custos do projeto

9.1 Estimativa de custos

Tendo o escopo e os requisitos definidos, podemos listar os materiais essenciais para a confecção do projeto. Os valores foram definidos por meio de pesquisa no mercado nacional e alguns itens no internacional, pois estes não se encontram no mercado nacional. Os valores são representados em reais.

9.1.1 Eletrônica

Os maiores custos relacionados à eletrônica serão com a aquisição de câmeras térmicas e comuns para o primeiro ponto de controle. Após o dimensionamento do sistema RFID a tabela sofrerá uma grande mudança.

Descrição	Quantidade	Total (R\$)
Raspberry Pi 4	1	630,00
Câmera Raspberry Pi v2 com 8MP	1	300,00
Câmera termográfica Lepton	1	1100,00
Antena	1	50,00
Transponder RFID	1	5,00
Sensor de presença	1	12,00

Tabela 5 – Custos em eletrônica

9.1.2 Energia

O custo relacionado à parte de alimentação do sistema consiste na aquisição dos motores, das baterias, da placa de proteção da bateria – BMS, e do cabeamento para fazer a distribuição de energia para os componentes. Para estimar o custo do nobreak é necessário saber o quanto ele irá consumir, pois há uma grande discrepância de custo quanto a pequenos aumentos de potência. Após levantados todos os dados de demanda energética, esse custo será adicionado ao projeto.

Descrição	Quantidade	Total (R\$)
Motor Brushless DC	2	300,00
BateriasMP	—	380,00
BMS	—	30,00
Cabeamento	—	45,00

Tabela 6 – Custos em energia

9.1.3 Estrutura

Componente	Material	Quantidade	Preço	Link
Porta	Vidro laminado 1x1m	2	996	Mercado livre
Moldura	Tubo de aço 2x3m	1	101,14	Aladim Metais
Gabinete	Polipropileno 1,2x1,2m	3	218,7	Leroy Merlin
TOTAL	1315,84			

Tabela 7 – Custos em estrutura

9.1.4 Software

Os custos de software estão relacionados aos custos do servidor e do domínio. A escolha do servidor já foi feita pensando na demanda inicial de memória e processamento do módulo de reconhecimento facial e API.

Descrição	Valor (R\$)
Servidor - 4 CPUs, 8GB e 160GB de SSD	219,63/mês
Domínio	40,00/ano

Tabela 8 – Custos em software

Referências

- ARAFAH, M. et al. Face recognition system using viola jones, histograms of oriented gradients and multi-class support vector machine. *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1341, p. 042005, Oct 2019. ISSN 1742-6588, 1742-6596. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 44.
- BARR, M.; MASSA, A. *Programming Embedded Systems in C and C++*. [S.l.]: O'Reilly', 1999. v. 2. Citado na página 24.
- Boyko, N.; Basystiuk, O.; Shakhovska, N. Performance evaluation and comparison of software for face recognition, based on dlib and opencv library. In: *2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining Processing (DSMP)*. [S.l.: s.n.], 2018. p. 478–482. Citado 4 vezes nas páginas 4, 43, 45 e 46.
- BRADSKI, G.; KAEHLER, A. Opencv. *Dr. Dobb's journal of software tools*, v. 3, 2000. Citado na página 41.
- CHE, X.-H. et al. *Antisense confirmation of ,U - and Ic-opioid receptor mediation of morphine's effects on body temperature in rats*. 1996. Citado na página 10.
- CULJAK, I. et al. A brief introduction to opencv. In: IEEE. *2012 proceedings of the 35th international convention MIPRO*. [S.l.], 2012. p. 1725–1730. Citado na página 41.
- DIFFERENCE Between Brushed and Brushless Motor. 2020. <<https://www.electricaltechnology.org/2020/09/difference-brushed-brushless-motor.html>>. Accessed: 2021-03-18. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 33.
- DJANGO. <<https://docs.djangoproject.com/en/3.1/>>. Accessed: 2021-03-19. Citado na página 40.
- FINKENZELLER, K. *RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and near-Field Communication*. 2003. Citado 3 vezes nas páginas 4, 10 e 29.
- HEATH, S. *Embedded Systems Design*. [S.l.]: Newnes, 2002. v. 2. Citado na página 24.
- JAIN, A. K.; ROSS, A.; PANKANTI, S. Biometrics: A tool for information security. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, v. 1, n. 2, p. 125–143, 2006. Citado na página 9.
- Khurana, L.; Chauhan, A.; Singh, P. Comparative analysis of opencv recognisers for face recognition. In: *2020 10th International Conference on Cloud Computing, Data Science Engineering (Confluence)*. [S.l.: s.n.], 2020. p. 485–490. Citado na página 42.
- MARENGONI, M.; STRINGHINI, S. Tutorial: Introdução à visão computacional usando opencv. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, v. 16, n. 1, p. 125–160, Mar 2010. ISSN 21752745, 01034308. Citado na página 46.

- MICROCHIP Technology Inc. Brushless DC (BLDC) Motor Fundamentals. 2004. <[http://electrathonoftampabay.org/www/Documents/Motors/Brushless%20DC%20\(BLDC\)%20Motor%20Fundamentals.pdf](http://electrathonoftampabay.org/www/Documents/Motors/Brushless%20DC%20(BLDC)%20Motor%20Fundamentals.pdf)>. Accessed: 2021-03-16. Citado na página 33.
- MILANO, D. de; HONORATO, L. B. *Visao computacional*. 2014. Citado na página 42.
- MORDVINTSEV, A.; ABID, K. Opencv-python tutorials documentation. *Obtido de <https://media.readthedocs.org/pdf/opencv-python-tutroals/latest/opencv-python-tutroals.pdf>*, 2014. Citado na página 40.
- NGUYEN, A. V. et al. *Comparison of 3 infrared thermal detection systems and self-report for mass fever screening*. 2010. Citado na página 10.
- PAPASAIKA-HANUSCH, H. Digital image processing using matlab. *Institute of Geodesy and Photogrammetry, ETH Zurich*, v. 63, 1967. Citado na página 47.
- POSTGRESQL. <<https://www.postgresql.org/docs/>>. Accessed: 2021-03-19. Citado na página 40.
- RODSIRI, R. et al. *Acute concomitant effects of MDMA binge dosing on extracellular 5-HT, locomotion and body temperature and the long-term effect on novel object discrimination in rats*. 2010. Citado na página 10.
- SCOPUS. 2021. <[https://www-scopus.ez54.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sid=ea65fc77755f46294873da8797df3d78&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY\("facial+recognition"AND+"computer+vision"\)&sort=plf-fl&sdt=b&sot=b&sl=56&count=345&analyzeResults=Analyze+results&txGid=98b8497a36b612e95c793129ac690aae](https://www-scopus.ez54.periodicos.capes.gov.br/term/analyzer.uri?sid=ea65fc77755f46294873da8797df3d78&origin=resultslist&src=s&s=TITLE-ABS-KEY()>. Accessed: 2021-03-19. Citado 3 vezes nas páginas 4, 42 e 43.
- VIANA, M. et al. Jscity–visualização de sistemas javascript em 3d. In: *III Workshop de Visualização, Evolução e Manutenção de Software (VEM)*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 73–80. Citado na página 40.
- WEBSCIENCE. 2021. <http://wcs.webofknowledge.com/RA/analyze.do?product=WOS&SID=5A4NURUHO6vYfJbGUgW&field=PY_PublicationYear_PublicationYear_en&yearSort=true>. Accessed: 2021-03-19. Citado 3 vezes nas páginas 4, 42 e 43.
- YONG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Fisica IV: ótica e física moderna*. 2015. Citado na página 25.

Apêndices

APÊNDICE A – Principais Tomadas de Decisões de Software

Principais Tomadas de Decisões de Software		
Decisão	Data	Justificativa
Escolha por não fazer aplicativo móvel	19/02/2021	O aplicativo móvel, que seria utilizado pelos usuários, não teria funcionalidades relevantes, serviria apenas como um meio de notificar o usuário. Devido a isso, e também levando em conta a complexidade de criar aplicativos móveis para as plataformas iOS e Android, optou-se por remover esse módulo.
Escolha das tecnologias Django Rest Framework e PostgreSQL para o back-end	26/02/2021	A fácil integração do Python com o OpenCV e com a Raspberry Pi e a facilidade de construção de uma API utilizando o Django Rest nos levaram a essa escolha.
Escolha da tecnologia JavaScript com a biblioteca React para o front-end	26/02/2021	JavaScript é a linguagem que roda na maioria dos navegadores, com React é possível construir interfaces reativas, proporcionando uma ótima usabilidade.
Escolha por fazer o módulo de reconhecimento facial utilizando Visão Computacional com OpenCV ao invés de Rede Neural	03/03/2021	Após uma pesquisa bibliográfica, percebeu-se que ao utilizar de Redes Neurais não era uma abordagem viável para o desenvolvimento do módulo de Reconhecimento Facial. Assim, ainda com base na pesquisa, optou-se pela utilização de Visão Computacional, com o auxílio da biblioteca OpenCV, para construção desse módulo.

Anexos

ANEXO A – Repositórios do Projeto

- Organização do Projeto: <<https://github.com/PI2-G9>>

ANEXO B – Protótipo de alta fidelidade

- **Link para visualizar no figma:** <<https://www.figma.com/file/qGIUCV0ewZS6T4tidq4uHF/PI2-Web>>

ANEXO C – Fluxograma Eletrônica

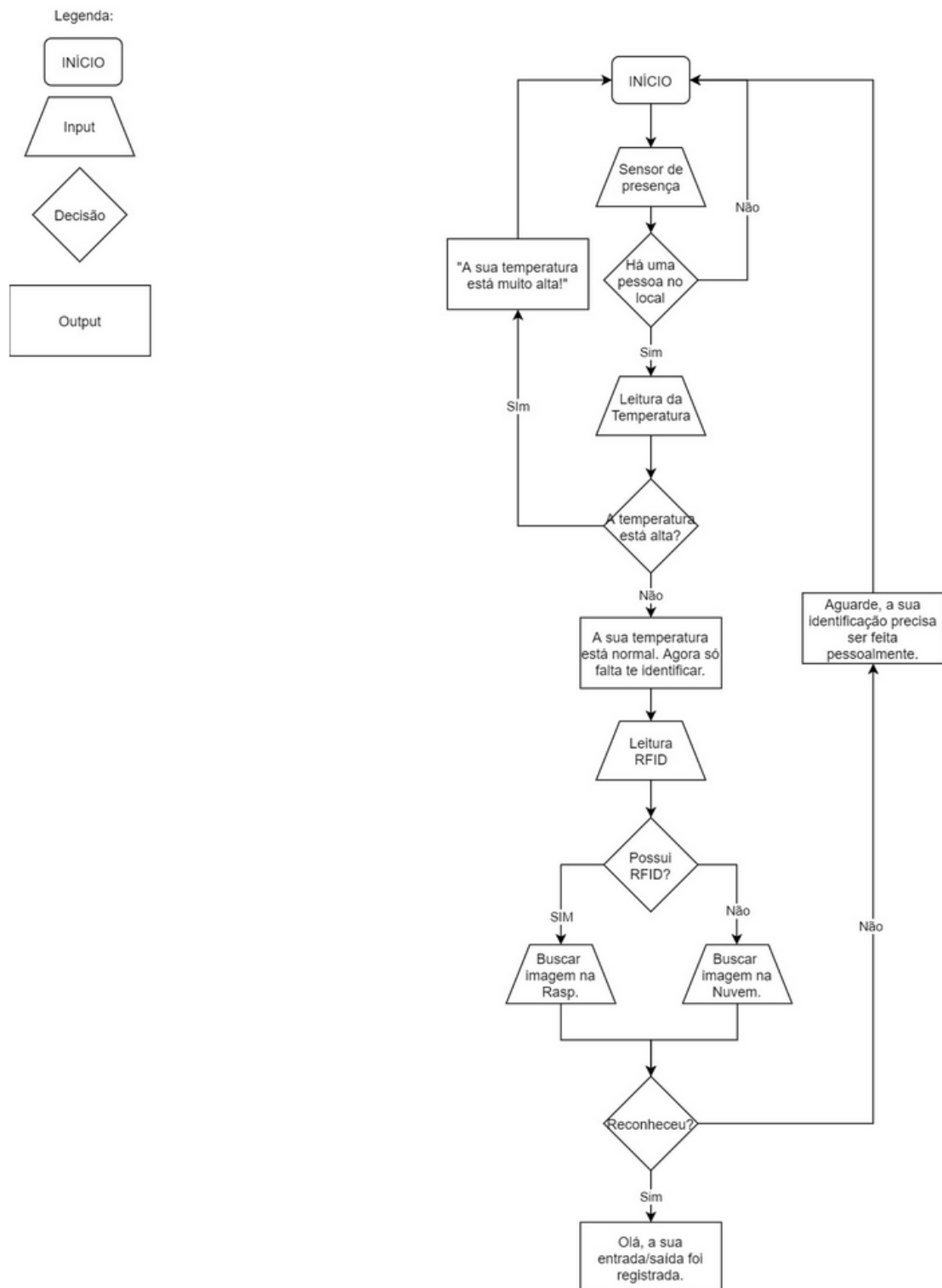


Figura 23 – Fluxograma do funcionamento do sistema com foco nos usuários