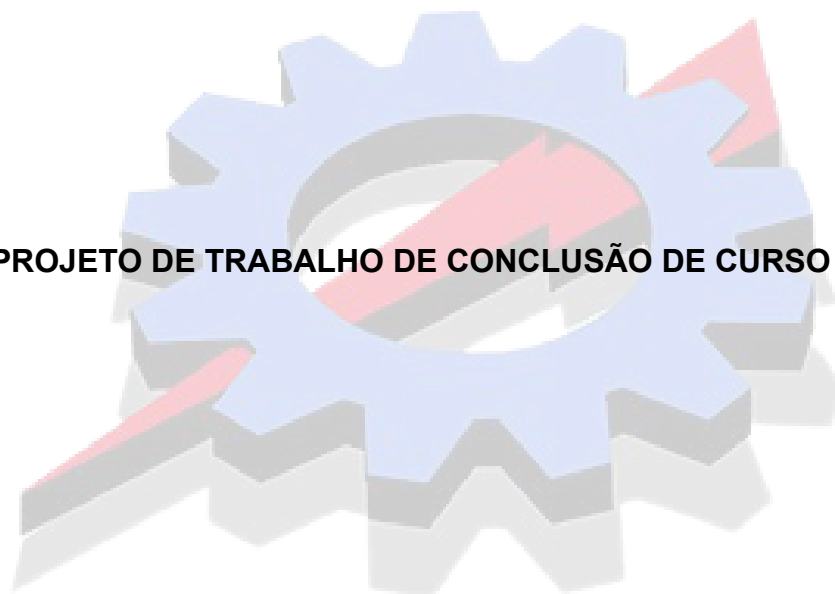


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

**TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA
TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA**

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



**ASARAC - ALERTA DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO COM RESPOSTA E AÇÃO
CONTRA INCÊNDIO**

**GABRIELLY DEUNER FERREIRA
JOÃO PEDRO GARIN ALVES
LUISA DA SILVA BERNARDO**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

GABRIELLY DEUNER FERREIRA
JOÃO PEDRO GARIN ALVES
LUISA DA SILVA BERNARDO

**ASARAC - ALERTA DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO COM RESPOSTA E AÇÃO
CONTRA INCÊNDIO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação do professor Adriano Santos e coorientação da professora Cristiane Rosa.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se um estudo sobre incêndios em casas geriátricas, especificamente por se tratar de um local com pessoas debilitadas fisicamente. Com isso, desenvolvemos um protótipo de aviso contra incêndio sofisticado, que, ao detectar fumaça, alerta o painel dos bombeiros em sua central. O intuito desse projeto é realizar uma pesquisa de quais materiais serão mais apropriados para desenvolver o dispositivo, mantendo um baixo custo e alta eficácia, proporcionando aviso rápido aos bombeiros. Algumas instituições podem não ter um número de funcionários suficiente para atender à demanda a tempo caso haja algum incêndio. Agrava-se a situação quando há idosos acamados e/ou cadeirantes, o que representa um enorme desastre. Com esse pensamento, o dispositivo alerta os profissionais da segurança antes que o incêndio seja de grande escala para assegurar um combate mais rápido e eficiente. A fim de construir o aparelho usa-se uma pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa, pois são necessárias informações sobre como funcionam as casas geriátricas e é realizada a coleta de dados para verificar se o dispositivo é eficaz. Como resultado, espera-se que o dispositivo possa ser colocado futuramente em casas geriátricas, fazendo o seu devido trabalho, emitindo um alerta audiovisual para a central dos bombeiros através do painel de emergência.

Palavras-chave: incêndio; bombeiro; acidente; detecção; dispositivo.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Central de atendimento	17
Figura 2 – Classificação dos extintores	18
Figura 3 – Tipos de mangueira de combate a incêndio	19
Figura 4 – Bombas hidráulicas para incêndio	20
Figura 5 – Sistema sprinklers para incêndio	20
Figura 6 – Hidrantes de água usado pelos bombeiros	21
Figura 7 - Classe A	23
Figura 8 - Classe B	24
Figura 9 – Classe C	24
Figura 10 – Classe D	25
Figura 11 – Classe K	25
Figura 12 – Módulo MQ-2	26
Figura 13 – Módulo ESP8266	27
Figura 14 – Protoboard	27
Figura 15 – Cabos Jumper	28
Figura 16 – LM35	28
Figura 17 - Buzzer	29
Figura 18 - LEDs	29
Figura 19 - Fluxograma	36
Figura 20 - Esquema elétrico	37
Figura 21 - Resposta dos funcionários se já vivenciou situação de desespero	48
Figura 22 - Grau de preparo dos funcionários em situações de incêndio	48
Figura 23 - Opinião dos funcionários em relação a eficiência dos detectores	49
Figura 24 - Sensação de segurança atual dos idosos	49
Figura 25 - Opinião dos funcionários em relação à detecção de temperatura	50
Figura 26 - Incêndios serem a maior ameaça	51
Figura 27 - Opinião em relação a um dispositivo avançado para incêndio	51
Figura 28 - Incêndio presenciado	52
Figura 29 - Segurança na casa geriátrica	52
Figura 30 - Detectores de fumaça	53
Figura 31 - Presença dos Detectores de fumaça e temperatura	53
Figura 32 - Contato aos bombeiros	54

Figura 33 - Principal risco	54
Figura 34 - Auxílio dos funcionários	55
Figura 35 - Foto da montagem do protótipo	56
Figura 36 - Foto de painel de informações dos bombeiros	57
Figura 37 - Foto de painel de informações dos bombeiros (detalhado)	57
Figura 38 - Foto do detector de incêndio avançado	58
Figura 39 - Foto do detector de incêndio avançado, mostrado detalhadamente	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estado da arte	14
Tabela 2 – Legenda	39
Tabela 3 – Cronograma 2024	45
Tabela 4 – Cronograma 2025	46
Tabela 5 – Recursos	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	10
1.2 PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 JUSTIFICATIVA	12
2 ESTADO DA ARTE	14
2.1 UMA PROPOSTA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO UTILIZANDO O PROTOCOLO MQTT PARA APLICAÇÕES IOT	15
2.2 SISTEMA DE DETECÇÃO E ATUAÇÃO A PRINCÍPIOS DE INCÊNDIOS MUNIDO DE DISPOSITIVOS PROGRAMADOS PARA EXECUTAR AÇÕES DE PREVENÇÃO A SINISTRO	15
2.3 DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO UTILIZANDO LORAWAN	16
2.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS)	16
2.5 ASARAC: ALERTA DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO COM RESPOSTA E AÇÃO CONTRA INCÊNDIO	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 COMO É O FUNCIONAMENTO DOS PEDIDOS DE SOCORROS AOS BOMBEIROS	18
3.2 TIPOS DE EQUIPAMENTOS DE COMBATE CONTRA INCÊNDIO	19
3.2.1 Extintor de incêndio	19
3.2.2 Mangueira de incêndio	20
3.2.3 Bombas hidráulicas	20
3.2.3.1 Sprinklers	21
3.2.3.2 Hidratantes	22
3.3 FASES DO INCÊNDIO	22
3.3.1 Classes de Incêndio	24
3.3.1.2 Classe B	24
3.3.1.3 Classe C	25
3.3.1.4 Classe D	25
3.3.1.5 Classe K	26
3.4 MATERIAIS DO DISPOSITIVO	27
3.4.1 Módulo Mq-2	27
3.3.2 Módulo ESP8266	27
3.3.3 Protoboard e Cabos jumper	28
3.3.4 LM35 Sensor de temperatura analógico	29
3.3.5 Buzzer	30
3.3.6 LEDs	30
4 METODOLOGIA	31

4.1 TIPO DE PESQUISA	31
4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES	32
4.2.1 Módulo Mq-2	32
4.2.2 ESP8266	32
4.2.3 Protoboard e cabos jumper	32
4.2.3.1 Protoboard	32
4.2.3.2 Cabos jumper	33
4.2.6 LEDs	34
4.3 MONTAGEM	34
4.4 CHAMADAS E TEMPO DE RESPOSTA	35
4.4.1 Chamadas	35
4.4.2 Tempo de resposta	36
4.5 FLUXOGRAMA	37
4.6 ESQUEMA ELÉTRICO	38
4.7 PROGRAMAÇÃO	40
4.7.1 Sistema de envio	40
4.7.2 Sistema de recebimento	41
5 CRONOGRAMAS	45
6 RECURSOS	47
7 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS	48
7.1 ANÁLISE DE DADOS	48
7.1.1 Procedimento da Coleta de dados	48
7.1.2 Apresentação de Dados	48
7.1.2 Relatos dos funcionários	56
7.2 TESTE DA PARTE ELÉTRICA DO PROTÓTIPO	57
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Em casas geriátricas públicas, o número de idosos pode ser alto e nem sempre há funcionários suficientes. Em caso de incêndio, a presença de detectores de fumaça, que acionam automaticamente os bombeiros, tornaria o resgate mais rápido e eficiente.

Em locais públicos, muitas vezes há grande chance de ocorrer um incêndio; por isso, se esses locais, como as casas geriátricas, possuísem detectores de incêndio, seria muito mais fácil evitar uma grande fatalidade. No entanto, os detectores só começaram a ser vendidos em 1951, nos Estados Unidos, sendo os detectores de fumaça de ionização utilizados somente por grandes instalações comerciais e industriais devido ao seu custo e tamanho. Entretanto, no final dos anos 30, o físico suíço Walter Jaeger já havia tentado desenvolver um detector de gases venenosos.

Os experimentos de Jaeger foram extremamente fundamentais para a criação dos detectores de fumaça modernos. Em 1939, Ernest Meili, também suíço, criou um dispositivo de câmara de ionização que era capaz de detectar gases combustíveis em áreas de mineração. Esta câmara de ionização foi a base dos detectores de fumaça por ionização contemporâneos.

Entretanto, só o uso de detectores não é o bastante: são necessários profissionais capacitados que possam conter ou extinguir o incêndio, sendo estes o corpo de bombeiros. No Brasil, o serviço remonta a 1856, quando Dom Pedro II assinou o decreto de criação do Serviço de Extinção de Incêndios. Esta corporação está atualmente ligada à Polícia Militar, através da Secretaria de Defesa Civil, em boa parte dos estados. O 193 é o número nacional de acionamento aos bombeiros; todavia, pessoas com deficiência auditiva e de fala são incapazes de fazer ligações por áudio, ficando assim impossibilitadas de utilizar o serviço convencional.

As casas geriátricas públicas, com muitos idosos e número reduzido de funcionários, em sua maioria mulheres, poderiam ter mais dificuldade em evacuar todos os residentes, especialmente no caso de haver idosos acamados. Na hora do incêndio, isso poderia gerar atrasos críticos e ocasionar perda de vidas. Por isso, um detector que, ao perceber algum risco de incêndio, ou até mesmo o incêndio em si,

avisasse diretamente os profissionais socorristas seria fundamental para que o trabalho fosse o mais rápido possível e, acima de tudo, para salvar todos.

As casas geriátricas remontam aos primórdios da humanidade, uma vez que o cuidado com os idosos sempre foi uma preocupação humana. No Brasil, no bairro Caju (RJ), há uma casa geriátrica de mais de 130 anos, a Casa São Luiz. Fundada em 1890, ela ainda funciona atualmente, modernizando-se ao longo do tempo, mas sem perder sua história. A segurança dessas instituições já foi muito debilitada, contando apenas com os funcionários como método de cuidado. Entretanto, atualmente, com mais tecnologias, podemos, pelo menos no quesito incêndios, evitar fatalidades devido à demora na detecção do fogo.

É sabido que, em casos de incêndio, não são apenas as chamas que matam; na verdade, elas comumente são as últimas a atingir o corpo, sendo as mortes geralmente causadas por sufocamento devido à fumaça. Portanto, torna-se essencial que essas instituições tomem precauções para evitar fatalidades decorrentes desses eventos, especialmente considerando que acomodam idosos que, por natureza, já são mais lentos e ainda mais pessoas em situação de debilidade, como acamados ou cadeirantes.

Nesses casos, o ideal é que o fogo seja detectado assim que se inicie. Entretanto, a fumaça pode ser gerada por diversas fontes; por isso, é fundamental também verificar a concentração de calor. É exatamente isso que o protótipo visa fazer: o dispositivo será capaz de detectar fumaça, mas, se não houver uma concentração significativa de calor, o alarme não será acionado, evitando assim chamadas indevidas aos bombeiros.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Detector de incêndios sofisticado para casas geriátricas vinculado a um painel de informações e alertas para auxílio no trabalho dos bombeiros.

1.2 PROBLEMA

É possível desenvolver um dispositivo que ao detectar a presença de fumaça junto ao calor possa enviar um alerta imediato sendo vinculado via web ao painel de informações dos bombeiros?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo a ser implantado em casas geriátricas, que, em caso de incêndio, alerte diretamente os bombeiros por meio de um painel contendo as informações necessárias sobre o local da ocorrência, possibilitando um socorro rápido e com os equipamentos adequados.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analisar detalhadamente cada componente eletrônico que compõe o sistema de detecção, como sensores de fumaça e calor e módulos de comunicação;
- Compreender as características dos primeiros estágios de incêndios;
- Estudar como funcionam os sistemas de emergência e como os bombeiros recebem os alertas;
- Pesquisar a importância do tempo de resposta no combate a incêndios em instituições geriátricas;
- Implementar o envio de alertas com o ESP8266, em que, ao atingir a temperatura limite, um ESP aciona um LED em outro ESP, garantindo resposta imediata para situações de risco.

1.4 JUSTIFICATIVA

É importante pontuar que este projeto tem como base o auxílio no controle de incêndios de maneira rápida. No caso das casas geriátricas, que podem abrigar um número elevado de idosos e não contar com uma quantidade adequada de funcionários, a ocorrência de um incêndio representa um grande risco, com alta possibilidade de não se conseguir retirar todos a tempo do local, resultando em muitas mortes.

O sistema de detecção de fumaça foi concebido com o objetivo de possibilitar um atendimento ágil por parte dos bombeiros, que, ao receberem o alerta, possam se deslocar imediatamente até o local do acidente e socorrer as vítimas. Com a detecção precoce, será possível salvar muitas vidas e minimizar danos materiais, tanto em relação aos pertences dos idosos quanto à integridade da instituição.

Em média, somente no Brasil, há cerca de 2,5 mil óbitos por incêndio (CORRÊA, C. Incêndios no Brasil: Mapeamento e Letalidade). A combinação de um detector de fumaça com um detector de calor, ambos conectados a um painel instalado na central dos bombeiros, permitirá que, ao identificar sinais de incêndio, o dispositivo envie imediatamente a localização do asilo. Assim, os profissionais poderão agir rapidamente, sem a necessidade de buscar o endereço no mapa, garantindo, como mencionado, uma resposta eficaz e imediata. O sistema também utilizará a internet como meio ágil para o envio das informações aos socorristas.

Com base nesses dados, será projetado um dispositivo capaz de detectar incêndios ainda em suas fases iniciais, quando o foco é pequeno. Atualmente, existem detectores de fumaça, mas não há dispositivos que integrem, em um único sistema, as principais características de um incêndio como calor e fumaça, o que aumenta significativamente a precisão na identificação de uma ocorrência real. A combinação de sensores como o MQ-2 (para detecção de fumaça) e o LM35 (para medição de temperatura) permitirá a criação de um sistema mais preciso na identificação dos estágios iniciais de um incêndio.

Em residências frágeis, como as casas geriátricas, que acolhem pessoas debilitadas, os incêndios são ainda mais perigosos do que em outros tipos de residências. Por isso, é essencial que o sistema de detecção e comunicação seja suficientemente sensível para identificar o incêndio o quanto antes, fornecendo

tempo adicional para a atuação dos socorristas. No entanto, o sistema também não deve ser sensível em excesso, a fim de evitar acionamentos indevidos causados por fumaça doméstica comum ou por elevações naturais da temperatura ambiente.

2 ESTADO DA ARTE

A seguir estão alguns projetos que serviram de base para o desenvolvimento deste projeto. Muitos dispositivos presentes nessas pesquisas foram úteis para entendermos como funcionará o protótipo e para visualizarmos suas funcionalidades, assim nos permitindo ter melhor idéia da aplicabilidade neste projeto

Tabela 1 - Estado da arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Uma proposta de detecção de incêndio utilizando o protocolo MQTT para aplicações IOT	Jean Dupont Muenchen	2018
Sistema de detecção e atuação a princípios de incêndios munido de dispositivos programados para executar ações de prevenção a sinistro	Rodrigo Lopes da Silva	2018
Dispositivo de monitoramento de focos de incêndio utilizando LoRaWAN	Bruno Bonadio da Silva e João Antunes dos Anjos Filho	2021
Implantação do sistema de prevenção contra incêndio por chuveiros automáticos (SPRINKLERS) em edificações antigas	Pedro Carlos Neris Junior	2015

Fonte: os autores (2024)

2.1 UMA PROPOSTA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO UTILIZANDO O PROTOCOLO MQTT PARA APLICAÇÕES IOT

A pesquisa apresenta o desenvolvimento de um detector de gases que, ao ser acionado, informa a um servidor central online, o qual armazena os dados coletados, incluindo uma estimativa da localização do possível foco de incêndio.

O protótipo é composto por um Módulo Sensor MQ-2, responsável pela detecção de gases inflamáveis, uma placa Arduino Uno R3, que processa os dados e realiza o controle das comunicações com a central, e um Módulo LoRa 1276-915 MHz, que permite a transmissão remota das informações para o servidor.

Adicionalmente, o dispositivo é alimentado por energia solar, o que garante maior autonomia e prolonga o tempo de funcionamento contínuo, especialmente em locais com acesso limitado à rede elétrica.

A funcionalidade do sistema consiste em: ao detectar a presença de fumaça, os sensores acionam os módulos de comunicação, que por sua vez enviam um sinal ao servidor central. As informações registradas podem, então, ser acessadas posteriormente por profissionais responsáveis pelo atendimento à ocorrência.

2.2 SISTEMA DE DETECÇÃO E ATUAÇÃO A PRINCÍPIOS DE INCÊNDIOS MUNIDO DE DISPOSITIVOS PROGRAMADOS PARA EXECUTAR AÇÕES DE PREVENÇÃO A SINISTRO

O protótipo desenvolvido nesta pesquisa consiste em um detector de incêndios que pode ser acionado automaticamente, ao detectar fumaça, ou manualmente, por meio de um botão. O dispositivo se comunica via radiofrequência e é capaz de ativar um sinal luminoso, um sinal sonoro e um sistema de sprinklers que libera água no local.

O aparelho é alimentado pela rede elétrica, contando ainda com uma fonte alternativa de 12V para garantir seu funcionamento em caso de queda de energia. Ao ser acionado por qualquer um dos dois métodos — detecção automática ou acionamento manual —, o protótipo transmite, por radiofrequência, um sinal à sua segunda unidade, responsável por interpretar esse comando e ativar os sistemas de

alarme (luminoso e sonoro) e o mecanismo de sprinklers, funcionando como uma medida inicial de combate às chamas.

2.3 DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO UTILIZANDO LORAWAN

O artigo científico tem como proposta a elaboração de um dispositivo de monitoramento de focos de incêndio utilizando a tecnologia LoRaWAN. O protótipo apresentado é capaz de se comunicar em distâncias superiores a 2 mil metros. Seus principais componentes são uma placa Arduino e um módulo sensor MQ-2, responsáveis por detectar fumaça e enviar alertas em caso de incêndio, facilitando uma resposta rápida das equipes responsáveis.

O projeto foi desenvolvido com o uso de componentes de baixo custo, tendo como objetivo principal contribuir com a preservação do meio ambiente e com a segurança das comunidades afetadas por incêndios, especialmente aquelas localizadas em áreas remotas.

2.4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS)

O artigo apresenta a implantação de um sistema de prevenção contra incêndios por meio de chuveiros automáticos (sprinklers), destacando a importância de uma resposta eficaz e rápida em situações emergenciais. Esses dispositivos são projetados para se ativarem imediatamente em caso de incêndio, contribuindo para a contenção e amenização das chamas.

De acordo com o artigo, a presença de um sistema de sprinklers aumenta significativamente a segurança dos ocupantes do edifício. Além disso, o sistema pode ser instalado em construções antigas, exigindo intervenções estruturais ou estéticas mínimas.

2.5 ASARAC: ALERTA DE SEGURANÇA AUTOMÁTICO COM RESPOSTA E AÇÃO CONTRA INCÊNDIO

Em comparação com os projetos apresentados anteriormente, este se destaca por não depender de ligações, avisos de terceiros ou outros meios de comunicação para acionar os socorristas, uma vez que o ASARAC utiliza um sistema de notificação direta.

A funcionalidade do sistema consiste em, ao ser acionado, o detector de fumaça operar em conjunto com o detector de calor para confirmar a ocorrência de um incêndio. Após essa verificação, um sinal é enviado via internet, por meio do módulo ESP8266, informando diretamente o painel físico dos bombeiros sobre a existência de um incêndio em determinada casa geriátrica. Esse alerta aciona um buzzer e um LED, chamando imediatamente a atenção dos bombeiros e eliminando a necessidade de chamadas telefônicas, o que reduz o tempo de resposta.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

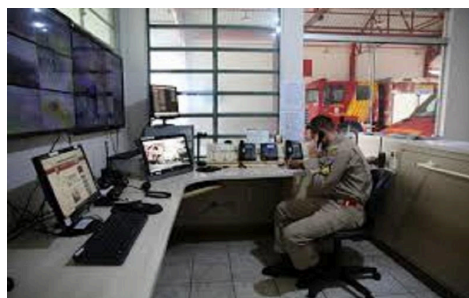
O objetivo deste trabalho é desenvolver um dispositivo que auxilie os bombeiros no atendimento a emergências. O protótipo foi inicialmente implantado em casas geriátricas, com a principal função de detectar fumaça e concentrações de calor em caso de incêndio. Para tanto, realizamos uma pesquisa sobre o funcionamento da central dos bombeiros, os componentes acessíveis e adequados para o desenvolvimento do dispositivo, além de um estudo sobre a rotina dos funcionários e idosos presentes nessas instituições.

3.1 COMO É O FUNCIONAMENTO DOS PEDIDOS DE SOCORROS AOS BOMBEIROS

O corpo de bombeiros utiliza o número 193 como a principal forma de receber pedidos de socorro, sendo este serviço gratuito. Quando uma ligação é efetuada, ela é direcionada diretamente para a central dos bombeiros, onde um operador recebe a chamada e coleta as informações necessárias para dimensionar adequadamente os recursos e equipamentos para a operação de socorro.

É importante ressaltar que, ao conversar com as pessoas em meio ao acidente, a primeira orientação do bombeiro é para que o solicitante mantenha a calma, mesmo que, em muitos casos, isso seja muito difícil. Em seguida, o operador faz perguntas específicas sobre o tipo de acidente, se há vítimas feridas, entre outras informações relevantes, dependendo da natureza da ocorrência.

Figura 1 - Central de atendimento



Fonte: Repórter Maceió (2018)

3.2 TIPOS DE EQUIPAMENTOS DE COMBATE CONTRA INCÊNDIO

O uso de equipamentos adequados para o combate a incêndios é fundamental e esses equipamentos são chamados de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC). Eles englobam tanto os trajes que os bombeiros devem vestir quanto os instrumentos que os profissionais de socorro precisam levar para o local do incidente.

3.2.1 Extintor de incêndio

Sendo de uso essencial, os extintores são uma das principais formas de combate a incêndios, sendo frequentemente obrigatórios em determinados estabelecimentos e também em automóveis.

O site CBMCE, segundo os bombeiros do Ceará (2023), cita:

O extintor é um equipamento de segurança que serve para controlar e extinguir incêndios em sua fase inicial. Ele funciona emitindo um agente extintor, que pode ser água, espuma, pó químico, dióxido de carbono (CO₂) ou outros produtos químicos, dependendo do tipo de fogo. O agente extintor age resfriando o material combustível, interrompendo a reação em cadeia ou eliminando o oxigênio do ambiente para extinguir o fogo.

Figura 2 - Classificação dos extintores

TIPOS DE EXTINTORES	ÁGUA GÁS (Ag)	ESPUMA (ES)	GÁS CARBÔNICO (CO ₂)	PÓ QUÍMICO SECO (PQS)
MATERIAL EM COMBUSTÃO				
SÓLIDOS COMUNS	SIM	SIM	SIM	SIM *
LÍQUIDOS INFLAMÁVEIS	NÃO	SIM	SIM	SIM
EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS	NÃO	NÃO	SIM	SIM

(*) SOMENTE NO ESTÁGIO INICIAL

Fonte: Bombeiros 7 gbm (2012)

3.2.2 Mangueira de incêndio

As mangueiras de incêndio são de suma importância para caso não haja algum extintor de incêndio para conter o fogo, ela acaba sendo a única forma de contê-lo.

O site Tero incêndio, segundo a publicação de, Bruno Alberto Gonçalves (2021), cita:

Segundo a NBR 11861 e a NBR 12779, a mangueira é um equipamento de combate a incêndio, constituído essencialmente por um duto flexível com as uniões nas pontas. A união é uma espécie de engate rápido que permite o acoplamento da mangueira em outros equipamentos como: válvulas, esguichos, canhões, ou até mesmo em outra mangueira.

Figura 3 - Tipos de mangueiras de combate a incêndio



Fonte: Extin House Campinas(2018)

3.2.3 Bombas hidráulicas

As bombas hidráulicas são dispositivos que têm a função de bombear água de uma fonte, para posteriormente ir nos sistemas de sprinklers ou hidratantes de um prédio. Essas bombas têm a finalidade de garantir que a água seja entregue com a devida pressão para apagar o fogo.

O site tecniquitel, segundo o autor Luís Paulo (2023), cita:

Podem ser equipamentos contra incêndios acoplados em motores elétricos ou em motores à combustão, responsáveis por conduzir a água nas redes hidráulicas de prevenção e controle de incêndio. As bombas auxiliam nas redes hidráulicas a partir do bombeamento de água para redes fixas de hidrantes, redes de sprinklers, sistema fixo de água nebulizada ou sistema fixo de espuma.

Figura 4 - Bombas hidráulicas para incêndio



Fonte: New Safety (2023)

3.2.3.1 Sprinklers

O sistema sprinklers é muito usado em grandes estabelecimentos por ser uma boa primeira ação dependendo do tipo de incêndio, todavia são perigosos em casos de incêndios elétricos, por exemplo, por jorrarem água como método de combate ao fogo. O site Thorus engenharia (2020), cita:

O sistema de sprinkler é um conjunto de pequenos chuveiros hidráulicos ligados a um sistema de bombeamento de água, que em caso de incêndio são ativados para combater as chamas. A maioria dos sistemas é ativada automaticamente quando pequenos dispositivos de vidro, chamados de ampolas ou bulbos, se rompem devido ao aumento da temperatura do ambiente.

Figura 5 - Sistemas Sprinklers para incêndio



Fonte: made-in-china (2024)

3.2.3.2 Hidratantes

Os hidratantes apresentam um grande método de eficácia para conter incêndios, sendo um de seus usos aos bombeiros que podem conectar as mangueiras e podem acessar uma grande fonte de pressão da água, para combater incêndios.

O site Inside Engenharia, cita:

Os hidrantes são equipamentos fixos utilizados para combater incêndios de proporções maiores em condomínios, prédios, comércios, indústrias ou outros tipos de edificação. Sua função é a de despejar água com pressão e vazão de acordo com a necessidade do incêndio e estrutura do prédio em questão (nível de risco)

Figura 6 - Hidratantes de água usado pelos bombeiros



Fonte: Gifel (2024)

3.3 FASES DO INCÊNDIO

Um incêndio pode ser dividido em 3 fases antes de sua extinção. Todas as fases de um incêndio são perigosas, por menor que as chamas estejam.

O primeiro estágio do incêndio, denominado ignição, caracteriza-se pelo fogo isolado, ainda pequeno já mas produzindo gases como o monóxido de carbono, vapor de água, entre outros. Esta fase não apresenta calor suficiente para superaquecer o ambiente, no entanto, se o dispositivo estiver perto do foco das chamas ele detecta o calor. Neste estágio o fogo é dificilmente detectado por dispositivos, mas facilmente localizado por pessoas, e graças ao fato de ser a fase

de início das chamas é mais fácil ser apagado por civis sem a necessidade do corpo de bombeiros.

A segunda fase é chamada de propagação e é caracterizada, como o próprio nome já diz, pela distribuição do fogo. Neste estágio o fogo começa a tomar proporções muito maiores, consumindo não só o objeto inicial como os que estiverem perto. O consumo de mais matéria conseqüentemente produzirá mais gases e mais calor, essa é a fase onde geralmente os incêndios são detectados, porém é extremamente perigosa pois já pode ter comprometido a segurança de todos de dentro e arredores do local. Este estágio também apresenta um consumo enorme do oxigênio do local, e em ambientes como casas geriátricas que costumam ser bem fechadas para o conforto dos idosos é de extrema atenção, uma vez que as principais mortes em incêndios não estão relacionadas com queimaduras mas sim com sufocamento. Um importante passo a se tomar, no entanto, é manter tudo fechado, já que abrir passagens de ar proporciona mais oxigênio, o que resultaria em uma maior combustão.

A última e pior fase, a combustão total, onde o fogo está generalizado e praticamente todo o oxigênio do ambiente foi consumido, desde que não hajam passagens de ar o fogo se extinguirá por falta de oxigênio, todavia, se for um local aberto ou houver passagens abertas tudo continuará queimando até o fim dos materiais inflamáveis. Este estágio é o mais terrível, pois se for no caso de uma casa geriátrica, e alguém ficou no local do incêndio as chances de sobrevivências são praticamente nulas, além é claro da perda dos móveis e demais bens e do abalo da estrutura da residência.

Por isso é essencial que o sistema de detecção e envio seja capaz de identificar um incêndio entre a fase de ignição e propagação, pois nesses estágios as chamas ainda estão frágeis e não consumiram tanta matéria tendo uma proporção menor. Entretanto, como dito anteriormente, no estágio de ignição as características de um incêndio ainda são poucas e é difícil detectá-lo nesta fase, sendo de melhor aposta configurar o dispositivo para detectar no início da propagação.

3.3.1 Classes de Incêndio

Incêndios são classificados de acordo com o tipo de material que está em combustão, as classificações existem para garantir a segurança na hora da escolha de qual extintor utilizar. São classificados em A, B, C, D e K.

3.3.1.1 Classe A

São classificados como classe A os incêndios que envolvem papel, madeira e tecido. É indicado o uso do extintor de água nesses casos uma vez que a água resfria o material e evapora assim sufocando o fogo.

Figura 7 - Classe A



Fonte: Disafe (2024)

3.3.1.2 Classe B

Entram na classe B os incêndios envolvendo líquidos inflamáveis, como gasolina e óleo. Para apagá-los geralmente se utilizam extintores de pó químico ABC, espumas ou CO₂. Os extintores de pó químico ABC, como o nome já diz, podem ser usados nas classes A, B e C e são pequenas partículas de fosfato monoamônico ou monofosfato de amônia e atuam quebrando a reação em cadeia de combustão. Os extintores de espuma e CO₂ atuam, mais uma vez, sufocando o fogo, uma vez que, sem oxigênio, as chamas cessarão.

Figura 8 - Classe B



Fonte: Disafe (2024)

3.3.1.3 Classe C

A classe C engloba incêndios em equipamentos com energia elétrica, para essa classe o conteúdo do extintor tem que ser um mau condutor de energia elétrica, descartando extintores de água por exemplo. Nesses casos, utiliza-se extintores de CO₂ e Fe-36. O CO₂, como já citado, sufoca o fogo, já o extintor de Fe-36, apesar de também sufocar o fogo, não deixa resíduos no material, e foi projetado especificamente para a classe C.

Figura 9 - Classe C



Fonte: Disafe (2024)

3.3.1.4 Classe D

Estão dentro da classe D os incêndios que envolvem metais reativos. Para esta classe o conteúdo do extintor deve ser não-reativo, tendo em vista que, o

magnésio por exemplo, reage com água. Para estes casos utiliza-se o pó químico de classe D, um tipo de extintor especialmente feito para essa classe. O conteúdo desses extintores é NaCl, ou cloreto de sódio, por não ser reativo nestes casos.

Figura 10 - Classe D



Fonte: Disafe (2024)

3.3.1.5 Classe K

Dentro da classe K temos incêndios em cozinhas que envolvem óleo de cozinha ou gordura. Utiliza-se extintores com uma mistura de acetato de potássio diluído em água, assim tendo efeito resfriante, através da água, e asfixiante pela espuma, por ocorrer uma reação de saponificação da gordura com a solução do extintor.

Figura 11 - Classe K



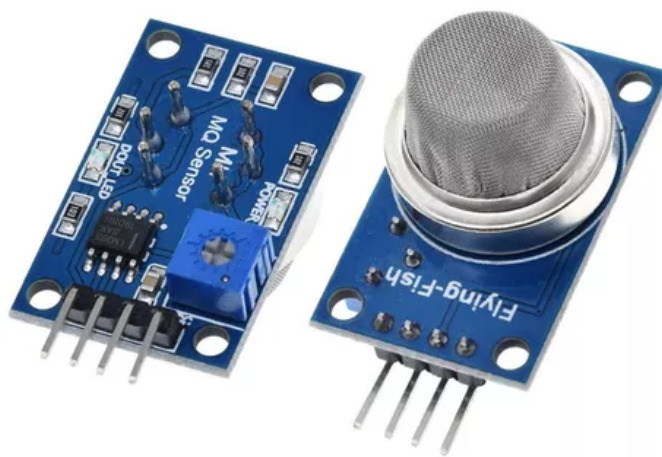
Fonte: Disafe (2024)

3.4 MATERIAIS DO DISPOSITIVO

3.4.1 Módulo Mq-2

O módulo MQ-2 é um detector de gases inflamáveis e fumaça, que é capaz de detectar gases como metano, gás natural, butano, GLP, hidrogênio e fumaça. Sua sensibilidade é ajustável através do Trimpot na placa do módulo.

Figura 12 - Módulo MQ-2



Fonte: Mercado Livre (2024)

3.3.2 Módulo ESP8266

O módulo ESP8266 permite a comunicação entre dispositivos via web sem a necessidade de cabos interligando os mesmos.

Sobre este aparelho no site Vida De Silício(2017), José Moraes cita: "Os ESP8266 's são microcontroladores que já possuem tudo que é necessário para se conectar à Internet. Ou seja, eles são como um Arduino com integração Wi-Fi."

Figura 13 - Módulo ESP8266



Fonte: Mercado Livre (2024)

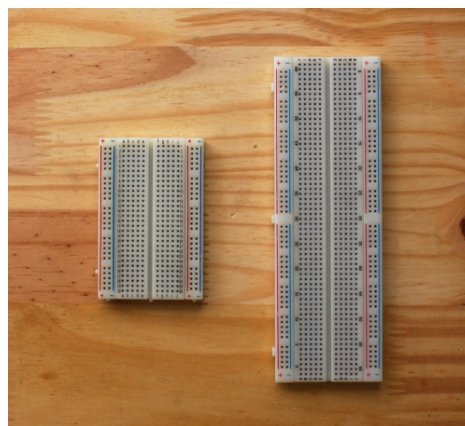
3.3.3 Protoboard e Cabos jumper

As protoboards são itens essenciais para a criação de um protótipo eletrônico, uma vez que, pela sua praticidade e por não danificarem os equipamentos pela desnecessidade de soldas, elas servem para fazer experiências e testes do planejamento do dispositivo.

No site Fiozera (2021), Jekyll Themes cita:

Também conhecida como matriz de contatos, a protoboard consiste de uma placa com furos e conexões comumente utilizada na prototipagem de circuitos elétricos e eletrônicos, com a finalidade de testes e experimentos. Trás como grandes vantagens o não comprometimento dos componentes utilizados nela, já que não existe a necessidade de solda, permite a modificação rápida do circuito montado, além da possibilidade de reutilização sempre que desejado, bastando a retirada dos circuitos nela montados anteriormente.

Figura 14 - Protoboard



Fonte: Fiozera (2021)

Os cabos jumpers são um tipo de fiação com ponteiros específicas que são comumente utilizados juntamente com protoboards por suas conexões compatíveis e por não precisarem ser conectados diretamente no aparelho por se encaixarem na placa assim como os demais componentes.

Figura 15 - Cabos Jumper

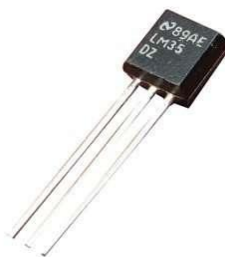


Fonte: Mercado Livre (2024)

3.3.4 LM35 Sensor de temperatura analógico

O LM35 funciona como um sensor de temperatura analógico que converte a temperatura em uma tensão de saída proporcional a ela, com uma sensibilidade de 10mV por grau Celsius. Isso significa que a tensão de saída aumenta linearmente à medida que a temperatura aumenta. Ele utiliza um circuito interno que, baseado na variação das propriedades elétricas de um semicondutor de silício, gera essa tensão proporcional.

Figura 16 - LM35

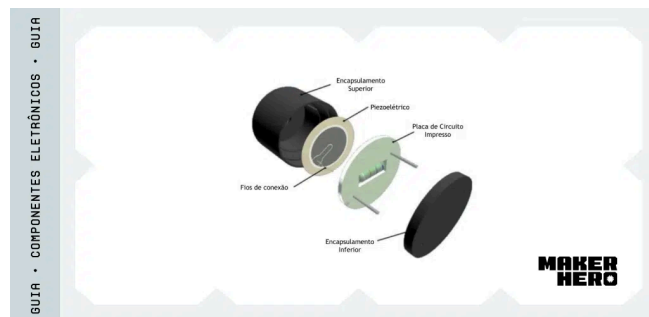


Fonte: Mercado Livre (2025)

3.3.5 Buzzer

Buzzers são pequenos dispositivos eletroacústicos usados em uma ampla variedade de circuitos eletrônicos, seu funcionamento consiste em transformar sinais elétricos em sinais sonoros. Estes equipamentos têm um transdutor piezoelétrico que vibra mecanicamente quando passa corrente elétrica por ele. Para se tornarem um som audível as vibrações são amplificadas pela caixa do buzzer.

Figura 17 - Buzzer



Fonte: Maker Hero (2024)

3.3.6 LEDs

Os diodos emissores de luz ou Light Emitting Diode (LED), do inglês, são componentes eletrônicos utilizados em circuitos com a finalidade de sinalizar visualmente algo, já que eles são capazes de emitir luz em baixa potência.

Figura 18 - LEDs



Fonte: Mundo da Elétrica (2024)

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE PESQUISA

Esse projeto apresenta uma abordagem de pesquisa quali-quantitativa, pois apresenta tanto a pesquisa qualitativa quanto a quantitativa.

Na pesquisa qualitativa, o projeto visa a compreensão das necessidades específicas das casas geriátricas e, a partir de entrevista com funcionários que trabalham no estabelecimento, fazer uma análise dos pontos mais estratégicos para a instalação do dispositivo.

A pesquisa quantitativa vai incluir a coleta de dados, para mostrar o quanto o dispositivo é eficaz, como em seu tempo de resposta, tendo agilidade no atendimento dos bombeiros. Com uma possível redução de danos no estabelecimento e acima de tudo segurança para todos.

O tipo de pesquisa é dado como exploratória e descritiva, no projeto a pesquisa exploratória vai identificar e entender quais são as necessidades e os desafios envolvidos na segurança contra incêndios em casas geriátricas. Realizando o mapeamento de componentes que possam ser adequados ao dispositivo.

Quanto à pesquisa descritiva, serão detalhados o funcionamento do dispositivo e a forma como ele se integra ao ambiente das casas geriátricas. Também serão descritas as informações exibidas no painel direcionado aos bombeiros, incluindo a localização exata da instituição, bem como os procedimentos de resposta adotados em situações de incêndio.

De acordo com a pesquisa que realizamos, junto dos funcionários e idosos, na casa geriátrica localizada na cidade de São Leopoldo no Rio Grande do Sul, através de dois formulários eletrônicos disponibilizados via Google Forms, sendo um para ser respondido pelos servidores da casa e outro para os idosos. O objetivo da pesquisa foi coletar informações de pessoas que residem nos lares de idosos, se nosso projeto seria eficaz em caso de incêndio. O total de pessoas que se disponibilizaram a responder nossa pesquisa foi 11 pessoas.

4.2 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

Cada componente apresentado na fundamentação teórica desempenha um papel único e essencial em cada circuito.

4.2.1 Módulo Mq-2

O módulo MQ-2 será parte do circuito de detecção e envio de informações. Este é o dispositivo responsável pela detecção de presença de fumaça no local. Ele trabalhará em conjunto com o LM35, que mede temperatura, para evitar acionamentos indevidos. Assim, mesmo com uma temperatura elevada, como em verões muito quentes, o sistema não será acionado pois não haverá presença de fumaça.

4.2.2 ESP8266

O ESP8266 é o comunicador e processador do sistema, cada circuito contará com um destes dispositivos. No sistema de envio, ele atuará na parte de interpretar o sinal elétrico enviado pelos sensores LM35 e MQ-2 e entender que deve enviar informações pela internet para o sistema de recepção. Já no sistema de recepção o ESP8266 tem a função de interpretar o sinal do primeiro sistema e comandar os LEDs e buzzers para que façam o alerta.

Esse módulo é uma das partes principais dos circuitos, pois centraliza tanto a comunicação entre os sistemas quanto o acionamento dos dispositivos de alarme.

4.2.3 Protoboard e cabos jumper

4.2.3.1 Protoboard

A protoboard é a peça que interliga os demais componentes dos circuitos. Para o sistema de envio a protoboard ligará 3 outros dispositivos através de seus orifícios e cabos jumper.

No sistema de recepção a placa ligará mais 3 itens, sendo eles os alertas sonoros e visuais e o ESP8266. Ela foi a melhor opção para a montagem por não precisar danificar os demais itens, já que ela consiste em um método de encaixe.

Em resumo, a protoboard é a base da montagem do projeto, sem a sua praticidade teríamos que danificar os outros componentes para ligá-los em um circuito, através de soldas ou emendas.

4.2.3.2 Cabos jumper

Os cabos jumper são os condutores que trabalharão em parceria com a protoboard para que não haja danificação nos componentes pois eles apenas se conectam sem a necessidade de solda ou emendas. Será através deles que conectaremos tanto os dispositivos do circuito de detecção e acionamento quanto os de recepção e alerta.

4.2.4 Lm35 sensor térmico

O Lm35, como já citado anteriormente, trabalhará em conjunto com o Mq-2 para evitar as chamadas desnecessárias. Se antes era o Mq-2 que impedia a chamada por uma simples temperatura alta, agora é o Lm35 que vai barrar a chamada caso tenha apenas fumaça e não esteja quente, assim evitando alertas por, por exemplo, alguém fumando perto do dispositivo.

4.2.5 Buzzer

Os buzzers são o alarme sonoro do sistema de recepção e alerta, atuando como uma segurança de que o sinal seja percebido pelos profissionais. Eles produzem um som específico de zunido e se destacam no som ambiente, sendo excelentes para alertas que não exigem muito alarde.

4.2.6 LEDs

Os LEDs, assim como os buzzers, pertencem ao sistema de recepção e alerta, sua função é de avisar visualmente quando o sistema for acionado. Com a combinação dos buzzers e os LEDs, completa-se um sistema audiovisual de alerta quando houver incêndio no local onde o sistema de detecção e envio estiver.

4.3 MONTAGEM

A base do projeto será o ESP8266 pois ele é responsável pela comunicação com o servidor online que interliga o sistema de acionamento com o sistema de recepção. Para ambos os circuitos, utilizaremos a protoboard para unir os componentes com a placa lógica.

O circuito de detecção e acionamento consiste em uma protoboard, um ESP8266, um LM35 e um Mq-2 que serão responsáveis por detectar as características típicas de um incêndio, de preferência em seu estágio inicial, que consiste em temperatura alta e gases inflamáveis e, algumas vezes, fumaça. Se houver essas características este primeiro circuito será acionado enviando, pelo modem de internet, um sinal então para o segundo circuito. Para montarmos o primeiro circuito, vamos programar o ESP8266 com algumas linhas de código, que serão responsáveis por entender os sinais elétricos do Mq-2 e LM35 e enviar pela web um acionamento para ser recebido pelo segundo ESP8266.

No segundo circuito temos a segunda protoboard e ESP8266, mas com a substituição de alguns itens, agora com leds e buzzers, e sem os sensores de detecção de fumaça e calor. Nesta segunda estrutura o funcionamento muda um pouco, enquanto a primeira envia um sinal, a segunda recebe. Aqui o ESP8266 é responsável por interpretar o sinal vindo do primeiro circuito através do modem de internet. Será programado um código diferente neste novo ESP8266, uma vez que o mesmo é responsável por não só interpretação de sinais mas também saber qual LED e buzzer acionar. A Partir do momento que o primeiro ESP8266 enviar um sinal, o segundo receberá, interpretará e acionará os leds e buzzers responsáveis pela casa geriátrica que estiver em emergência.

Os buzzers farão o trabalho de alertar os bombeiros, por meio auditivo, se houver um incêndio em determinada casa geriátrica, assim como os LEDs serão responsáveis pelo alerta visual do mesmo ocorrido. As ligações na protoboard, em sua maioria, serão feitas com cabos jumper, já que são feitos para este propósito. Os componentes que não forem ligados pelos jumper ou serão conectados diretamente aos furos da placa de ensaio, ou serão usados outros tipos de fios, em caso de abastecimento elétrico.

4.4 CHAMADAS E TEMPO DE RESPOSTA

Um dos objetivos do protótipo é diminuir o tempo de resposta das chamadas de emergência, assim diminuindo as perdas de vidas e patrimônio. analisando como são feitas as chamadas e como são os preparativos para a chegada ao local do incêndio poderemos projetar o protótipo para facilitar essa troca de pedido e atendimento.

4.4.1 Chamadas

Atualmente as chamadas de emergência são feitas através de ligações para números curtos com três dígitos, porém em ligação tem a possibilidade dos civis errarem ao passar as informações devido ao nervosismo causado pelo incidente. Nas chamadas é onde os profissionais adquirem o máximo de informações para se prepararem da melhor forma para combater o incêndio, com equipamentos adequados e foco nas prioridades, como pessoas feridas ou debilitadas, por exemplo. Essa etapa é essencial para minimizar os danos causados pelo fogo.

Apesar do protótipo não apresentar um meio de melhorar significativamente o compartilhamento de informações, o sistema de recebimento e alerta foi pensado para ser um painel com informações básicas sobre as casas geriátricas vinculadas, com informações simples, como número de idosos e funcionários, os profissionais já terão uma base do que será necessário fazer.

4.4.2 Tempo de resposta

O tempo de resposta é o período entre a chamada e a chegada dos bombeiros ao local, diversos fatores podem impactar no estendimento deste tempo, como a falta informações, o descumprimento das leis em relação a permitir a passagem dos caminhões de bombeiros no trânsito, entre diversas outras pequenas coisas que geram uma diferença enorme na demora para a chegada dos profissionais ao local do incêndio.

De acordo com a lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, inciso VII, cita:

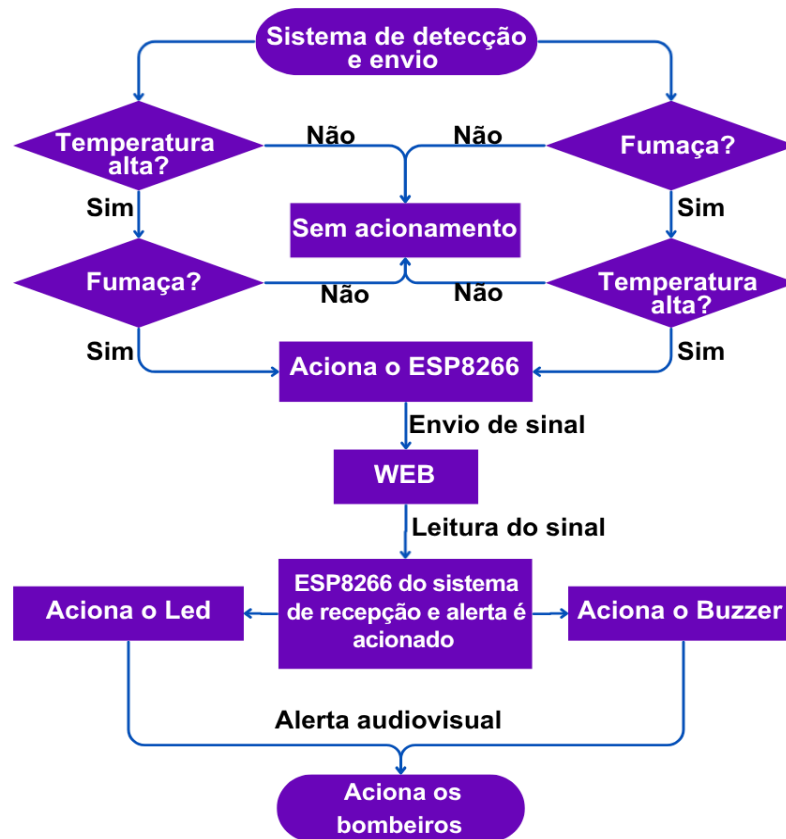
os veículos destinados a socorro de incêndio e salvamento, os de polícia, os de fiscalização e operação de trânsito e as ambulâncias, além de prioridade no trânsito, gozam de livre circulação, estacionamento e parada, quando em serviço de urgência, de policiamento ostensivo ou de preservação da ordem pública, observadas as seguintes disposições: (Redação dada pela Lei nº 14.071, de 2020) (Vigência)

Apesar de assegurado por lei o direito de passarem livremente na rua em caso de emergência, nem sempre esta lei é obedecida. Todavia não é só o trânsito que implica no atraso dos socorristas, a falta de informações também é um fator forte nesses casos, uma vez que sem dados precisos é mais difícil selecionar os equipamentos adequados sendo necessário um preparo maior para atender uma ampla variedade de acidentes, demandando mais tempo.

Como já citado o sistema de recepção e alerta contará com informações básicas mas que já dariam uma base do que esperar em caso de incêndios em casas geriátricas, por exemplo se o número de idosos for muito superior ao de funcionários já poderão ter uma ideia de se vão precisar ou não adentrar o incêndio para retirada de alguém.

4.5 FLUXOGRAMA

Figura 19 - Fluxograma



Fonte: os autores (2025)

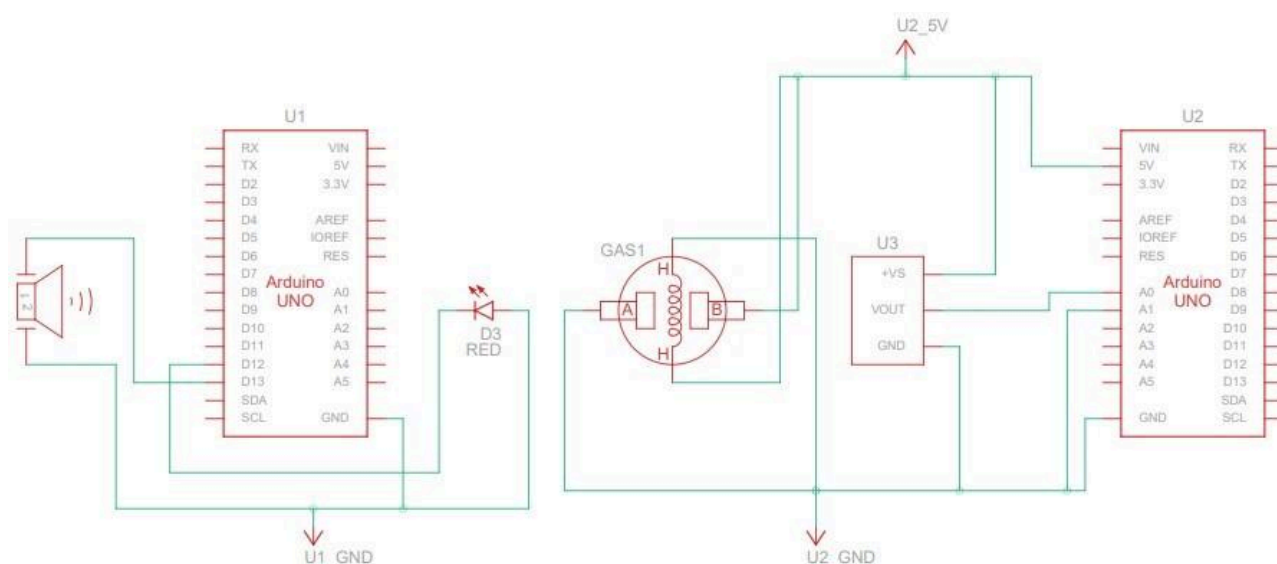
No fluxograma é possível ver a lógica seguida pelo protótipo, onde a ideia é que ele seja capaz de verificar a presença de tanto de fumaça quanto de calor e, se houver ambos, o acionamento via web ocorrerá. Como podemos ver na imagem ele passa por duas perguntas independentemente de qual caminho seguir, uma vez que ele pode detectar tanto a fumaça quanto o calor primeiro, e somente se for identificado que há todas as características ele passará para o acionamento. Caso somente seja reconhecido um atributo de incêndio ele resultará em um fim de curso pois não aciona nada.

Quando o acionamento acontece e o sinal é enviado para a web o ESP8266 do sistema de recepção e alerta o recupera da internet, interpreta ele e a partir daí

aciona em conjunto o LED e o buzzer, assim gerando um alerta audiovisual excelente para garantir a eficiência do chamado. Assim como demonstrado na imagem, um ESP8266 apenas envia o sinal e o outro apenas recebe, e ao receber ele envia seus impulsos para o LED e o buzzer simultâneamente no painel. Diferente dos demais componentes, a única conexão entre os ESP é a web como vemos na imagem.

4.6 ESQUEMA ELÉTRICO

Figura 20 - Esquema elétrico



Fonte: os autores (2024)

Tabela 2 - Legenda

Nome	Quantidade	Representa
U1	1	ESP8266 (detecção e envio)
U2	1	ESP8266 (recepção e alerta)
GAS1	1	Sensor MQ-2
U3	1	Sensor Lm35
D3	1	LED

Fonte: os autores (2024)

Nota: No esquema elétrico é utilizado a grafia do Arduino UNO mas ele representa o ESP8266 que os programas de desenho elétrico não disponibilizam. A imagem do protótipo apresenta um Arduino UNO além dos dois ESPs pois ele serve de alimentação para os sensores, uma vez que o MQ2 precisa ser alimentado com 5V e o ESP8266 disponibiliza apenas 3V.

O sensor LM35 também não tem representação gráfica no software de desenho elétrico.

No esquema elétrico é mostrado as conexões entre os componentes de ambos os circuitos, sendo perceptível a ausência de conexões entre os ESP8266, enfatizando a proposta do projeto. As ligações físicas serão feitas através dos cabos jumper, e elas serão feitas entre:

- Sistema de detecção e envio:
ESP8266;
LM35;
MQ-2.
- Sistema de recepção e alerta:
ESP8266;
LEDs;
Buzzers.

4.7 PROGRAMAÇÃO

4.7.1 Sistema de envio

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Firebase_ESP_Client.h>

// --- CONFIGURAÇÕES DA REDE ---
#define WIFI_SSID "SUA_REDE"
#define WIFI_PASSWORD "SENHA"

// --- CONFIGURAÇÕES DO FIREBASE ---
#define DATABASE_URL "URL_FIREBASE_REALTIME_DATABASE"
#define DATABASE_SECRET "DATABASE_SECRET"

// --- PINOS ---
#define LM35_PIN A0
#define MQ2_PIN 4

// --- OBJETOS DO FIREBASE ---
FirebaseData fbdo;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(MQ2_PIN, INPUT);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);

  Serial.print("Conectando ao Wi-Fi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println("\nWi-Fi conectado!");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Configuração do Firebase
  config.database_url = DATABASE_URL;
  config.signer.tokens.legacy_token = DATABASE_SECRET;

  Firebase.begin(&config, &auth);
  Firebase.reconnectWiFi(true);
}

void loop() {
```



```

int leituraLM35 = analogRead(LM35_PIN);
int leituraMQ2 = digitalRead(MQ2_PIN);

// Conversão LM35 (10mV/°C → 0.01V/°C)
float temperatura = (leituraLM35 * 3.3 / 1023.0) / 0.01;

bool gasDetectado = (leituraMQ2 == LOW);
bool temperaturaAlta = (temperatura > 32.0);
bool alerta = (gasDetectado && temperaturaAlta);

Serial.print("Temperatura: ");
Serial.print(temperatura);
Serial.print(" °C | Gás: ");
Serial.print(gasDetectado ? "Sim" : "Não");
Serial.print(" | Alerta: ");
Serial.println(alerta ? "TRUE" : "FALSE");

if (Firebase.ready()) {
  if (Firebase.RTDB.setBool(&fbdo, "/alerta/incendio", alerta)) {
    Serial.println("🔥 Enviado pro Firebase com sucesso!");
  } else {
    Serial.print("❌ Erro Firebase: ");
    Serial.println(fbdo.errorReason());
  }
}

delay(2000); // Aguarda 2s antes da próxima leitura
}

```

4.7.2 Sistema de recebimento

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Firebase_ESP_Client.h>

// --- CONFIGURAÇÕES DA REDE ---
#define WIFI_SSID "SUA_REDE"
#define WIFI_PASSWORD "SENHA"

// --- CONFIGURAÇÕES DO FIREBASE ---
#define DATABASE_URL "URL_FIREBASE_REALTIME_DATABASE"
#define DATABASE_SECRET "DATABASE_SECRET"

// --- PINOS ---
#define LED_PIN 4 // GPIO4 = D2
#define BUZZER_PIN 5 // GPIO5 = D1

```

```

// --- OBJETOS DO FIREBASE ---
FirebaseData fbdo;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;

// --- VARIÁVEIS ---
bool alertaAtivo = false;
unsigned long ultimaVerificacao = 0;
unsigned long intervaloVerificacao = 500; // 0,5s quando alerta falso
unsigned long inicioAlerta = 0;

// Padrão LED: -°-°-°-°-°-°-°-°-°-
const int ledPadrão[] = {200,200,200,600,600,600,200,200,200};
const bool ledEstado[] = {1,0,1,0,1,0,1,0,1};

// Padrão Buzzer: -----°-°-°-°-°-°-°-°-°-----
const int buzzerPadrão[] =
{800,800,200,200,200,200,200,200,200,200,200,200,800,800};
const bool buzzerEstado[] = {1,1,0,1,0,1,0,1,0,1,0,1,1,1};

int ledIndex = 0, buzzerIndex = 0;
unsigned long ledTimer = 0, buzzerTimer = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);

  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(LED_PIN, LOW);
  pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);

  // Conecta Wi-Fi
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("Conectando ao Wi-Fi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println("\nWi-Fi conectado!");
  Serial.println(WiFi.localIP());

  // Inicializa Firebase
  config.database_url = DATABASE_URL;

```

```

config.signer.tokens.legacy_token = DATABASE_SECRET;
Firebase.begin(&config, &auth);
Firebase.reconnectWiFi(true);
Serial.println("Monitorando Firebase...");
}

void loop() {
    unsigned long agora = millis();

    if (!alertaAtivo) {
        // Verificação rápida quando alerta falso
        if (agora - ultimaVerificacao >= intervaloVerificacao) {
            ultimaVerificacao = agora;
            bool estado = false;

            if (Firebase.ready() && Firebase.RTDB.getBool(&fbdo, "/alerta/incendio")) {
                estado = fbdo.boolData();
                Serial.print("Leitura Firebase: ");
                Serial.println(estado ? "TRUE" : "FALSE");
            }

            if (estado) {
                alertaAtivo = true;
                inicioAlerta = agora;
                ledIndex = 0;
                buzzerIndex = 0;
                ledTimer = agora;
                buzzerTimer = agora;
                intervaloVerificacao = 5000; // 5s enquanto alerta ativo
            }
        }
    } else {
        // Padrões infinitos enquanto alerta ativo
        if (agora - ledTimer >= ledPadrão[ledIndex]) {
            digitalWrite(LED_PIN, ledEstado[ledIndex]);
            ledTimer = agora;
            ledIndex = (ledIndex + 1) % (sizeof(ledPadrão)/sizeof(int));
        }

        if (agora - buzzerTimer >= buzzerPadrão[buzzerIndex]) {
            digitalWrite(BUZZER_PIN, buzzerEstado[buzzerIndex]);
            buzzerTimer = agora;
            buzzerIndex = (buzzerIndex + 1) % (sizeof(buzzerPadrão)/sizeof(int));
        }
    }
}

```

```
// Verificação a cada 5s
if (agora - inicioAlerta >= 5000) {
    inicioAlerta = agora;
    bool estado = false;

    if (Firebase.ready() && Firebase.RTDB.getBool(&fbdo, "/alerta/incendio")) {
        estado = fbdo.boolData();
        Serial.print("Verificação após 5s: ");
        Serial.println(estado ? "TRUE" : "FALSE");
    }

    if (!estado) {
        alertaAtivo = false;
        digitalWrite(LED_PIN, LOW);
        digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
        intervaloVerificacao = 500; // volta a checar rápido
    }
}
}
```

5 CRONOGRAMAS

Tabela 3 - Cronograma

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema									
Levantamento de literatura científica									
Introdução									
Tema									
Problema									
Objetivos									
Justificativa									
Estado da Arte									
Fundamentação teórica									
Metodologia									
Cronograma									
Recursos									
Resultados esperados ou parciais									
Referências									
Avaliação do CRC									
Produção do Banner									
26ª Exposchmidt									

Fonte: os autores (2024)

Tabela 4 - Cronograma

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Compra de componentes									
Montagem e teste do protótipo									
Análise de Dados									
Resultados									
Revisão de capítulos									
Considerações Finais									
Avaliação do CRC									
Feiras externas									
Produção do Banner									
27ª Exposchmidt									

Fonte: os autores (2025)

6 RECURSOS

A maioria dos dispositivos para o projeto foram adquiridos a partir do Mercado Livre, sendo uma excelente fonte e muito confiável.

Tabela 5 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantida de	Valor total	Fonte	Data
Módulo Sensor de Temperatura LM35	R\$21,40	1	R\$21,40	Mercado Livre	24/10/2025
Módulo detector de sensor de gás de monóxido de fumaça Mq2 Mq-2 Mq-2 Arduino	R\$25,36	1	R\$25,36	Mercado Livre	05/09/2024
Modulo Wi-fi ESP8266	R\$25,99	2	R\$51,98	Mercado Livre	05/09/2024
Cabo Jumper 20cm Macho X Femea 40 Unidades Para Arduino	R\$11,99	1	R\$11,99	Mercado Livre	05/09/2024
Protoboard Breadboard 400 Pontos Furos Pinos	R\$13,90	2	R\$27,80	Mercado Livre	05/09/2024
Valor final: R\$138,53					

Fonte: os autores (2025)

7 ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

A análise tem como objetivo verificar a importância da implementação do projeto ASARAC em casas geriátricas, avaliando sua eficácia em situações de incêndio. Por meio dos dados obtidos na pesquisa aplicada a funcionários e residentes de uma instituição geriátrica, busca-se compreender a percepção dos participantes quanto à segurança proporcionada pelo dispositivo. Além disso, pretende-se relacionar as respostas obtidas com o propósito principal do projeto, identificando de que forma o sistema pode contribuir para a redução de riscos e para a melhoria do tempo de resposta em casos emergenciais.

7.1 ANÁLISE DE DADOS

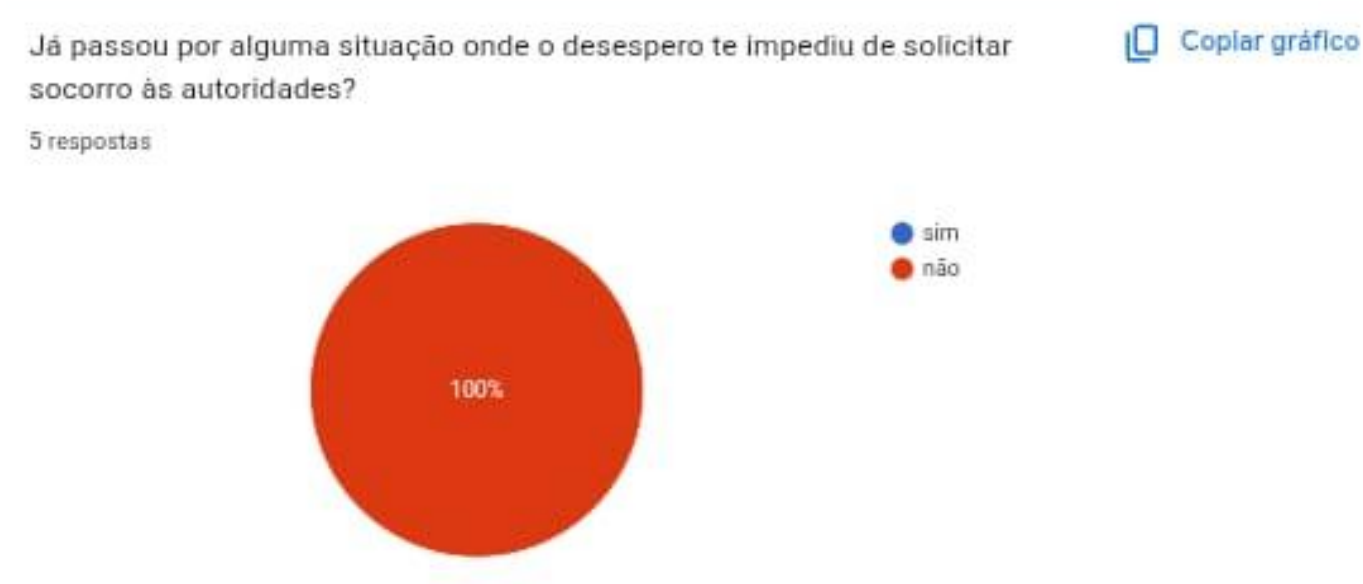
7.1.1 Procedimento da Coleta de dados

A análise tem como objetivo verificar a importância da implementação do projeto ASARAC em casas geriátricas, avaliando sua eficácia em situações de incêndio. Para isso, realizou-se uma pesquisa junto a funcionários e idosos de uma casa geriátrica localizada na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul. A coleta de dados foi feita por meio de dois formulários eletrônicos elaborados no Google Forms, sendo um destinado aos servidores da instituição e outro aos residentes. O principal objetivo foi identificar se o projeto proposto seria considerado eficaz em casos de incêndio, analisando a percepção dos participantes quanto ao nível de segurança oferecido pelo sistema. Ao todo, participaram da pesquisa 11 pessoas, cujas respostas serviram de base para a análise apresentada a seguir.

7.1.2 Apresentação de Dados

Os dados coletados por meio dos formulários eletrônicos aplicados a funcionários e idosos da casa geriátrica foram organizados em gráficos para melhor compreensão e interpretação. As figuras a seguir representam as principais respostas obtidas, permitindo observar a percepção dos participantes sobre a eficácia e importância do sistema ASARAC em situações de emergência.

Figura 21 - Resposta dos funcionários se já vivenciou situação de desespero.



Fonte: Google Forms – os autores (2025).

Nenhum funcionário precisou fazer um pedido de socorro aos bombeiros, consequentemente não conseguimos respostas em relação se o desespero impede.

Figura 22 – Grau de preparo dos funcionários em situações de incêndio.



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Cerca de 60% dos entrevistados afirmaram possuir treinamento para lidar com incêndios.

Figura 23 - Opinião dos funcionários em relação a eficiência dos detectores.



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Cerca de 60% dos funcionários acreditam que ele seja seguro e preciso, a outra parcela não sabia muito bem seu funcionamento.

Figura 24 - Sensação de segurança atual dos idosos.



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Cerca de 60% dos funcionários, acreditam que o meio de alerta de incêndio utilizado hoje em dia é seguro, rápido e eficaz.

Figura 25 - Opinião dos funcionários em relação à detecção de temperatura

Em sua opinião, um detector de incêndios que usa não só a fumaça, como a temperatura e umidade, te daria mais segurança de residir em uma casa geriátrica?

 Copiar gráfico

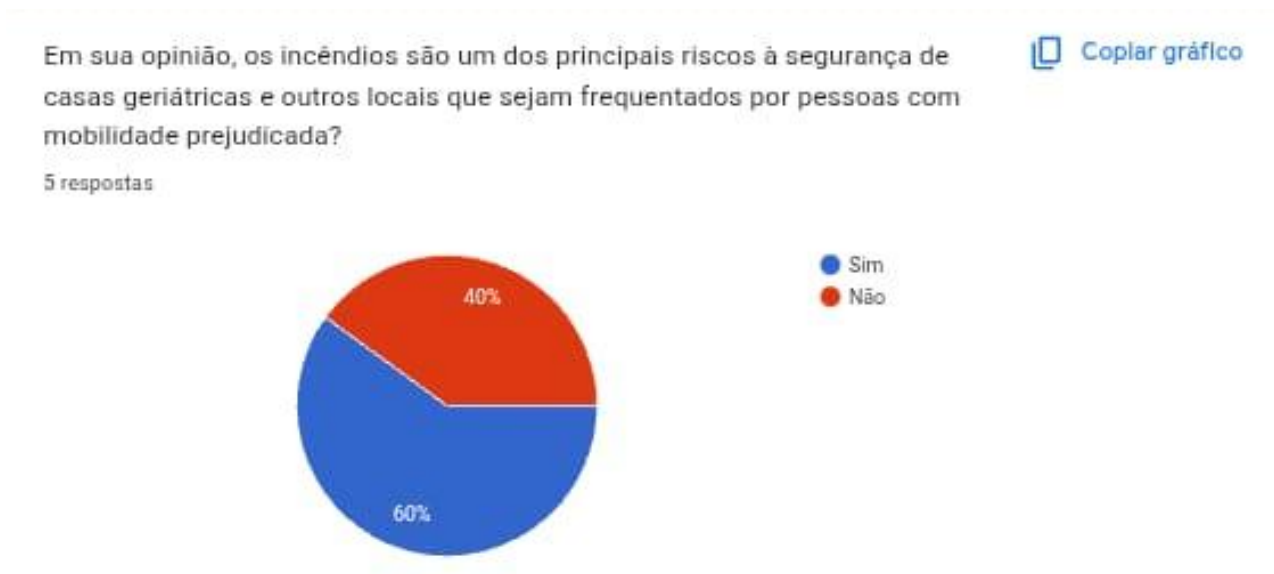
5 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Nessa pergunta todos que responderam esclareceram, que se tivesse um detector mais avançado e preciso daria mais segurança para viver na casa geriátrica.

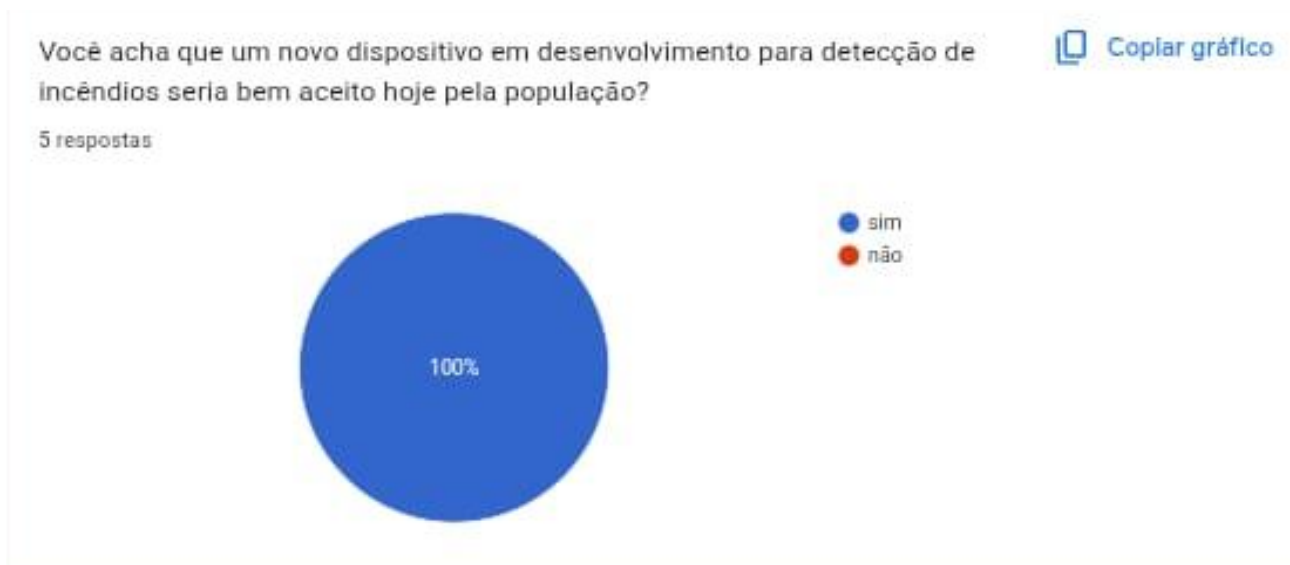
Figura 26 - Incêndios serem a maior ameaça



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Aproximadamente, 60% dos entrevistados acreditam que, Incêndios é um dos principais riscos à segurança de pessoas com mobilidade reduzida.

Figura 27 - Opinião em relação a um dispositivo avançado para incêndio.



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

Todos os entrevistados responderam que seria uma boa adição a segurança da casa

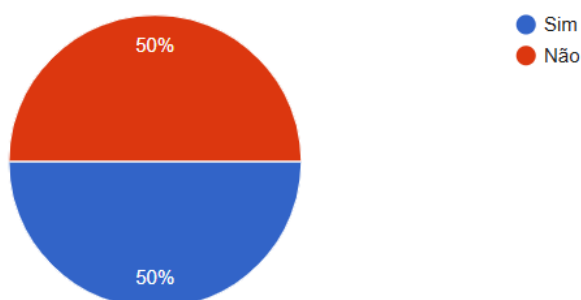
A seguir apresentaremos as perguntas, juntamente com as respostas que fizemos aos idosos na casa geriátrica.

Figura 28 - Incêndio presenciado

Você já presenciou um incêndio?

6 respostas

 Copiar gráfico



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

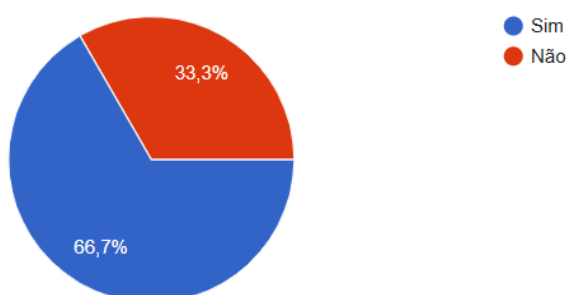
Metade dos entrevistados já presenciaram algum incêndio, enquanto a outra metade não.

Figura 29 - Segurança na casa geriátrica

Você se sente segura(o) em casos de incêndios na atual casa geriátrica que você se encontra?

6 respostas

 Copiar gráfico



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

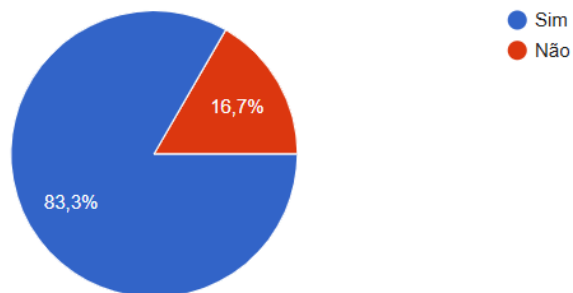
Cerca de 66% dos entrevistados, se sentem seguros na casa geriátrica

Figura 30 - Detectores de fumaça

Você acredita que os detectores de fumaça, atualmente vendidos, são seguros, preciso e rápidos o bastante?

 Copiar gráfico

6 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

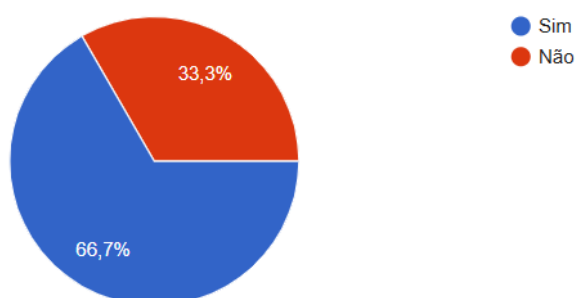
Quase 90% das respostas acreditam na eficácia dos detectores de fumaça.

Figura 31 - Presença dos Detectores de fumaça e temperatura

Em sua opinião, um detector de incêndios que usa não só a fumaça, como a temperatura e umidade, te daria mais segurança de residir em uma casa geriátrica?

 Copiar gráfico

6 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

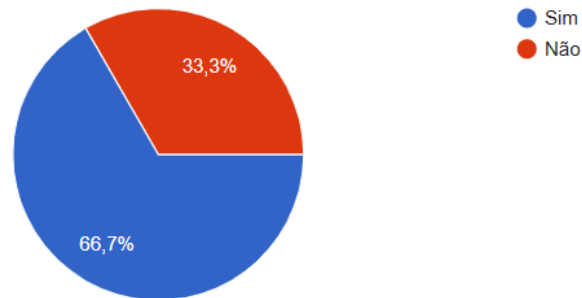
Cerca de 66% responderam que sim, ou seja, se sentiriam mais seguros com a presença deste dispositivo.

Figura 32 - Contato aos bombeiros

Em sua opinião o método atual para pedir ajuda aos bombeiros é eficaz?

 Copiar gráfico

6 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

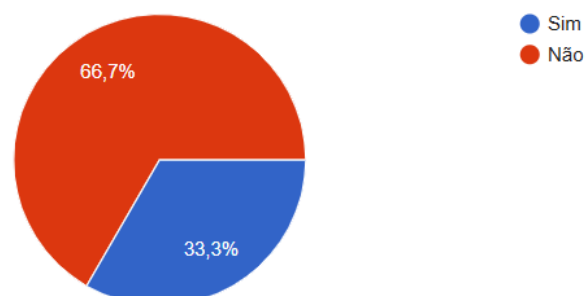
Cerca de 66,7% responderam que sim, é eficaz o método de contato aos bombeiros.

Figura 33 - Principal risco

Em sua opinião, os incêndios são um dos principais riscos à segurança de casas geriátricas e outros locais que sejam frequentados por pessoas com mobilidade prejudicada?

 Copiar gráfico

6 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

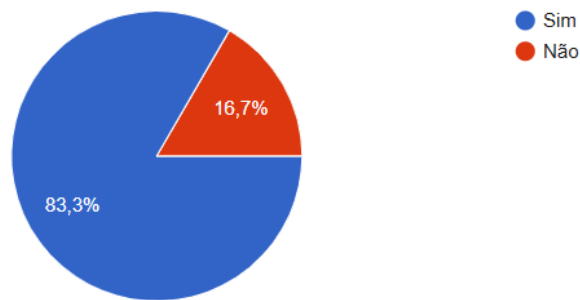
Quase 70% dos entrevistados, responderam que não, não é um dos se não o principal risco a segurança.

Figura 34 - Auxílio dos funcionários

Em um incêndio hipotético, você acredita que os funcionários presentes na casa conseguiriam retirar todos os residentes, e ao mesmo tempo acionar os bombeiros antes do incêndio se agravar?

 Copiar gráfico

6 respostas



Fonte: Google Forms, os atores (2025).

A grande maioria, 66,7% dos entrevistados, acreditam que os funcionários da casa geriátrica conseguiriam agir com agilidade, resgatar os moradores e contatar o corpo de bombeiros.

Com a pesquisa que fizemos, conseguimos conversar com todos da casa geriátrica e apresentar nosso projeto, saber se eles se sentiriam mais seguros, obtivemos a resposta, que seria muito bom implantar nosso protótipo na casa geriátrica.

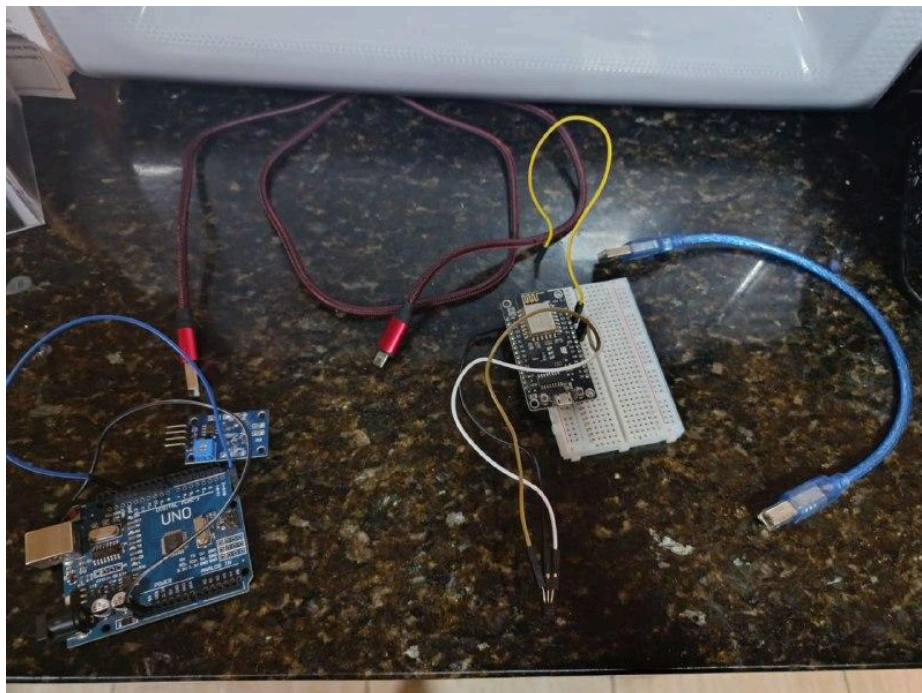
7.1.2 Relatos dos funcionários

Também conversamos com alguns funcionários, um fato que comentamos e achamos que é muito importante, o treinamento periódico de como usar extintores de incêndio para todos os cuidadores e enfermeiros da casa de idoso, para saberem manusear na hora do incêndio, caso a clínica possua os extintores.

7.2 TESTE DA PARTE ELÉTRICA DO PROTÓTIPO

1. Em uma protoboard, conectamos o sensor LM35 e o sensor MQ-2 ao microcontrolador ESP8266 e alimentamos o MQ-2 com a saída de 5V de um Arduino UNO, com o LM35 sendo alimentado por 3V do ESP8266.
2. Em outra protoboard, conectamos um LED, um resistor de 470Ω e um buzzer a um microcontrolador ESP8266.
3. Alimentamos os ESPs por cabos USB micro e o Arduino UNO com um cabo USB tipo A-B e ligados a uma fonte.
4. Acionamos os sensores com uma fonte de gás GLP e uma fonte de calor.
5. O ESP troca a condição do Firebase de false para true e então o outro ESP lê a troca e aciona o LED e o buzzer. O sistema de acionamento lê os sensores a cada 1 segundo. Já o sistema de alerta, enquanto não acionado, lê a condição do Firebase a cada meio segundo, após acionado, lê a cada 5 segundos.

Figura 35 - Foto da montagem do protótipo



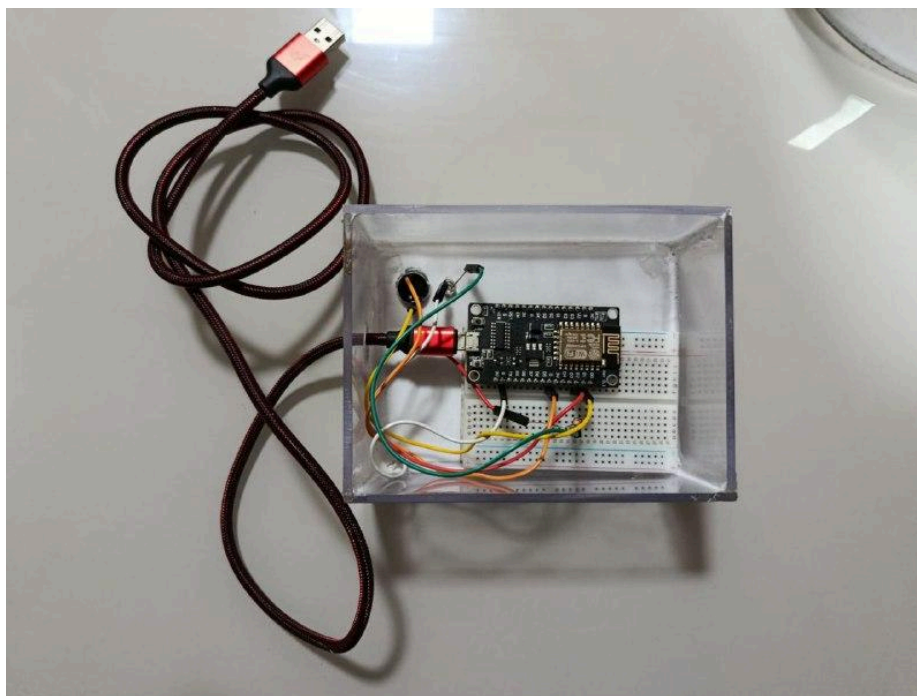
Fonte: os atores (2025).

Figura 36 - Foto de painel de informações dos bombeiros



Fonte: os atores (2025).

Figura 37 - Foto de painel de informações dos bombeiros (detalhado)



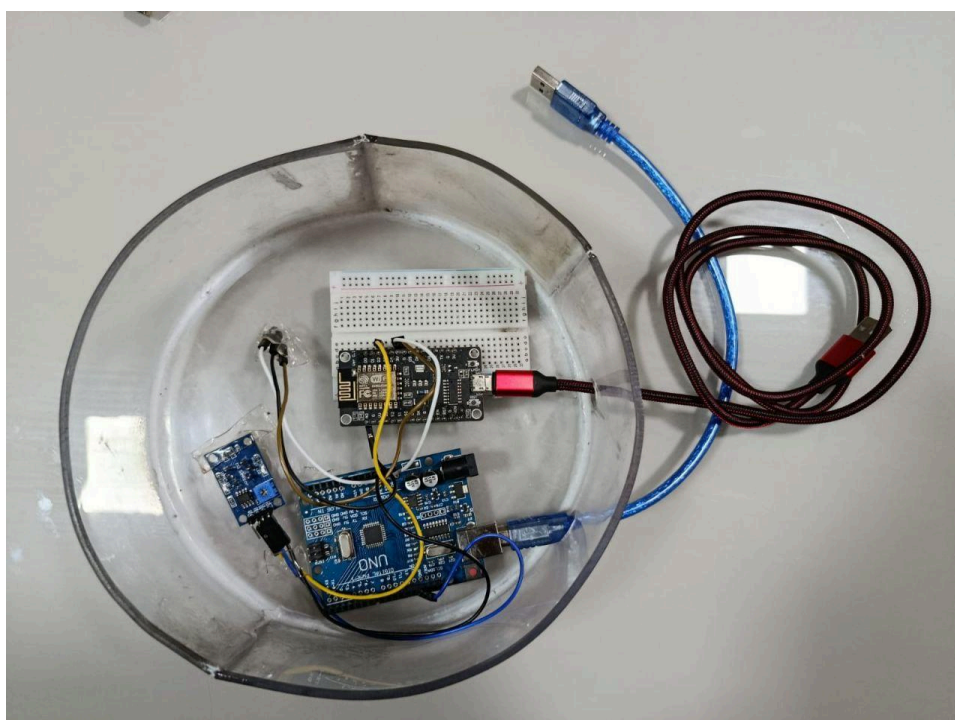
Fonte: os atores (2025).

Figura 38 - Foto do detector de incêndio avançado



Fonte: os atores (2025).

Figura 39 - Foto do detector de incêndio avançado, mostrado detalhadamente



Fonte: os atores (2025).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a montagem física do protótipo, precisou-se concluir a programação, que é o funcionamento de tudo. Foi programado um servidor online através do Firebase para a comunicação dos circuitos.

O código do sistema de detecção e envio usa uma verificação para a presença de temperatura acima do suportado e presença de gases inflamáveis e potencialmente perigosos. Após a detecção da presença dos dois fatores, é enviado um sinal ao firebase que troca a condição do banco de dados de “false” para “true”.

A mudança de estado no Firebase faz com que o sistema de recebimento e alerta acione o LED e o buzzer. Foi definido um padrão para o LED piscar e o buzzer apenas toca consecutivamente. Também foi estabelecido um tempo de espera, com o sistema de recebimento verificando o servidor a cada um quarto de segundo e, assim que acionado, espera 5 segundos para verificar novamente.

Por fim, o protótipo apresentou um excelente desempenho de detecção e de alerta, unindo programação e montagem de circuitos.

REFERÊNCIAS

ANDRESSA CAROLINE MAAS . Misturebas . [S.l.]. Misturebas , 2021. Disponível em:
<https://misturebas.com.br/2021/03/23/entenda-como-funciona-a-central-de-emergencias-193-do-corpo-de-bombeiros/#:~:text=Entendendo%20como%20funciona%20a%20Central%20de%20Emerg%C3%AAsncias%20193,emerg%C3%AAsncia%20acionan do%20o%20recurso%20necess%C3%A1rio%20para%20cada%20caso>. Acesso em: 10 jun. 2024.

BOMBEIROS7GBM. 7 Grupo de Bombeiro Militar . [S.l.]. Bombeiros 7 gbm, 2012. Disponível em: https://bombeiros7gbm.blogspot.com/2012_06_01_archive.html. Acesso em: 6 jul. 2024.

BUCKA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA . **Bucka** . O que são classes de incêndio?. [S.l.]. Bucka | Qualidade que faz a diferença, 2024. Disponível em:
<https://www.bucka.com.br/o-que-sao-classes-de-incendio/>. Acesso em: 3 out. 2024.
FIOZERA. **Fiozera**. [S.l.]. Fiozera, 2024. Disponível em:
<https://fiozera.com.br/protoboard-e51fe4a7f8f4>. Acesso em: 22 ago. 2024.

GIFEL . **Gifel - Engenharia de Incêndio**. Conheça os diferentes tipos de hidrantes e como funcionam. [S.l.]. Gifel, 2024. Disponível em:
<https://www.gifel.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-hidrantes-e-como-funcionam/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

G1. G1.globo . [S.l.]. <https://g1.globo.com/pr/parana/>, 2012. Disponível em:
<https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2021/12/29/tempo-para-chegada-de-socorro-em-acidentes-foi-de-10-minutos-no-primeiro-mes-sem-pedagio-no-parana-diz-governo.ghtml>. Acesso em: 2 mai. 2024.

GZH. Gauchazh. [S.l.]. GZH, 2023. Disponível em:
<https://gauchazh.clicrbs.com.br/grupo-de-investigacao/noticia/2023/09/socorristas-do-samu-relatam-como-demora-no-contato-com-medico-regulador-prejudica-atendimento-clm5arvuv003f0143crthx4g7.html>. Acesso em: 2024.

EXTINHOUSE CAMPINAS. **ExtinHouse Campinas equipamentos para proteção a vida** . [S.l.]. Extinhouse , 2018. Disponível em: <http://extinhousecampinas.com.br/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

JUSBRASIL. **Jusbrasil**. Artigo 29 da Lei nº 9.503 de 23 de Setembro de 1997. [S.l.]. jusbrasil, 2024. Disponível em:
<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10623808/artigo-29-da-lei-n-9503-de-23-de-setembro-de-1997>. Acesso em: 9 set. 2024.

MADE-IN-CHINA. **Made-in-china**. Sprinklers automáticos de incêndio+cobertura por sprinklers com marcação (LX-FH035). [S.l.]. Made-in-china, 2024. Disponível em:
<https://pt.made-in-china.com/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

MAKER HERO. **Maker Hero**. Dispositivo Buzzer . [S./]. Maker Hero, 2024. Disponível em: <https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/buzzer/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

MERCADO LIVRE. **Mercado livre**. [S./]. Mercado Livre , 2024. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3712376322-cabo-wire-jumper-20cm-40-fios-para-protoboard-fmea-macho-_JM#position%3D30%26search_layout%3Dgrid%26type%3Ditem%26tracking_id%3D4e28ae4e-b19b-47bf-881a-1e799c842b5b. Acesso em: 22 set. 2024.

MERCADO LIVRE. **Mercado livre**. [S./]. Mercado Livre , 2024. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3402443009-modulo-sensor-mq-2-de-gas-inflamavel-e-fumaca-_JM#position%3D21%26search_layout%3Dstack%26type%3Ditem%26tracking_id%3Db5e0eda5-bbbc-4938-9185-c505acda2111. Acesso em: 22 ago. 2024.

MERCADO LIVRE. **Mercado livre**. [S./]. Mercado Livre , 2024. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-885719858-modulo-node-mcu-esp8266-_JM#position%3D22%26search_layout%3Dgrid%26type%3Ditem%26tracking_id%3Dc53013ce-46ef-4ca1-9d16-6c4f55709de2. Acesso em: 22 ago. 2024.

MERCADO LIVRE. **Mercado livre**. [S./]. Mercado Livre , 2024. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-3407854661-lm35-sensor-de-temperatura-lm35dz-10-pecas-_JM#position%3D37%26search_layout%3Dgrid%26type%3Ditem%26tracking_id%3Dfd81dce-7fa0-487e-b919-99dba83fd2bd. Acesso em: 22 ago. 2024.

MUENCHEN, Jean Dupont. UMA PROPOSTA DE DETECÇÃO DE INCÊNDIO UTILIZANDO O PROTOCOLO MQTT PARA APLICAÇÕES IOT. 2018. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Repositorio UFM, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15799/Muenchen_Jean_Dupont_2018_TCC%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y. acesso em: 20 jul. 2024.

MUNDO DA ELÉTRICA. **Mundo da elétrica**. Imagem do Led . [S./]. Mundo da elétrica, 2024 . Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

NERIS JUNIOR, Pedro Carlos. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO POR CHUVEIROS AUTOMÁTICOS (SPRINKLERS) EM EDIFICAÇÕES ANTIGAS. 2015. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Engenharia de Segurança no Trabalho , UNIUV, Periodicos.uniuv.edu.br, 2015.

NEW SAFETY. **New Safety Fire Protection**. Sistema de Bombas de Incêndio. [S./]. New Safety, 2024. Disponível em: <https://www.newsafety.com.br/bombasincendio>. Acesso em: 21 ago. 2024.

REPORTER MACEIO. **Reporter Maceio**. [S./]. reporter maceio, 2018. Disponível em:

<https://reportermaceio.com.br/central-de-atendimento-dos-bombeiros-fica-fora-do-ar-neste-sabado-11/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SILVA, Bruno Bonadio da; ANJOS FILHO, João Antunes dos. DISPOSITIVO DE MONITORAMENTO DE FOCOS DE INCÊNDIO UTILIZANDO LoRaWAN. 2021. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial, Faculdade de Tecnologia Dep. Júlio Julinho Marcondes de Moura , ric-cps, 2021.

STINGER FIRE. **Stinger Fire Detection**. [S.l.]. stingerfire, 2024. Disponível em: <https://stingerfire.com.br/propagacao-de-um-incendio-conheca-os-quatro-estagios#:~:text=Igni%C3%A7%C3%A3o,medida%20que%20o%20fogo%20aumenta>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Silva, Rodrigo Lopes Da. SISTEMA DE DETECÇÃO E ATUAÇÃO A PRINCÍPIOS DE INCÊNDIO MUNIDO DE DISPOSITIVOS PROGRAMADOS PARA EXECUTAR AÇÕES DE PREVENÇÃO A SINISTRO.. 2018. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdades Doctum Da Caratinga , Doctum Da Caratinga, 2018.