

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Escola Técnica Estadual Professor Alfredo de Barros Santos

Curso Técnico em Eletromecânica

TECNOLOGIA ARDUINO PARA SEGURANÇA AMBIENTAL: Um Dispositivo de Monitoramento Multifuncional

Camila Fernanda Rangel Moura

Felipe Reis Araujo Martins

Giovanni Henrique Maydana

Resumo: No presente projeto, foi desenvolvido um dispositivo de segurança ambiental em forma de painel, capaz de detectar gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos em ambientes industriais e residenciais. A metodologia incluiu uma revisão bibliográfica sobre os impactos desses parâmetros ambientais e a análise de soluções similares existentes. Na fase de projeto, foram selecionados e integrados os componentes essenciais do dispositivo, incluindo o uso do Arduino como plataforma de controle. Os resultados parciais demonstraram a eficácia na detecção e monitoramento dos parâmetros propostos, bem como a integração de sistemas de alerta para avisar quando os limites de saúde e segurança são ultrapassados. Destaca-se também a facilidade de uso da interface, que simplifica a interação dos usuários. As conclusões finais ressaltaram a relevância do dispositivo para promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável, além de discutir as perspectivas futuras para sua aplicação e aprimoramento, considerando sua viabilidade e aceitação pelos usuários.

Palavras-chave: Segurança Ambiental; Saúde Ocupacional; Arduino; Multiplexadores; Tecnologia Preventiva.

1 INTRODUÇÃO:

No cenário atual, as relações entre empresas e colaboradores transcendem os aspectos tradicionais do ambiente de trabalho, abrangendo uma gestão mais ampla que engloba não apenas os fatores financeiros, mas também a qualidade de vida e de trabalho. Conforme destacado por Peixoto (2011), é crucial adotar medidas sistemáticas para preservar a saúde do indivíduo, do ambiente, da comunidade e da empresa, fortalecendo assim o tecido organizacional e impulsionando a competitividade e produtividade em um contexto globalizado e desafiador.

Apesar dos avanços observados nas últimas décadas, a realidade da Segurança e Saúde Ocupacional no Brasil ainda enfrenta desafios significativos. As medidas implementadas até o momento têm contribuído para melhorias, porém, não são suficientes para eliminar os riscos associados aos acidentes de trabalho e suas consequências prejudiciais para os trabalhadores e o ambiente laboral. Diante disso, há uma necessidade persistente de superar concepções ultrapassadas e fomentar uma cultura preventiva mais eficaz, que vá além das exigências legais e promova ativamente a segurança e o bem-estar dos colaboradores.

Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma solução para abordar as lacunas existentes na segurança ambiental e ocupacional, proporcionando uma abordagem simplificada e prática que pode ser implementada em uma variedade de ambientes. O objetivo central é a detecção de gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos em ambientes industriais e residenciais. Através da implementação de um dispositivo de detecção e monitoramento equipado com sensores específicos, busca-se aprimorar a prevenção de acidentes e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável em diferentes contextos.

Além de monitorar parâmetros ambientais, o dispositivo visa alertar os usuários sobre condições adversas iminentes, contribuindo para a prevenção de acidentes e a promoção de um ambiente mais seguro e saudável. A integração de interfaces intuitivas e sistemas de alerta imediato garante uma experiência de uso simplificada e eficiente, permitindo a interação fácil entre os trabalhadores, independentemente do seu nível de familiaridade com a tecnologia.

Este projeto adota uma abordagem prática e sistemática para o desenvolvimento de um dispositivo de segurança ambiental. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente sobre os impactos dos gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos em ambientes industriais e residenciais, além da identificação das normas regulamentadoras de segurança pertinentes.

Posteriormente, o projeto avançou para a fase de projeto, onde os componentes essenciais do dispositivo, como sensores de detecção, sistema de alerta e interface de usuário, serão selecionados e integrados. Essa etapa inclui uma descrição detalhada de cada componente e sua função no sistema. Além disso, foi realizada uma avaliação dos custos envolvidos nos materiais.

2 DESENVOLVIMENTO:

2.1 Revisão Bibliográfica

Nesta seção, serão abordados os principais impactos ambientais em ambientes industriais e residenciais, bem como as normas regulamentadoras de segurança.

2.1.1 RISCOS AMBIENTAIS EM AMBIENTES INDUSTRIAIS E RESIDENCIAIS

Os ambientes industriais e residenciais enfrentam diversos riscos ambientais que afetam a saúde humana e o meio ambiente. Brilhante e Caldas (1999) definem risco ambiental como aquele presente no ambiente interno ou externo, e classificam esses riscos com base em critérios como tipo de atividade, exposição, probabilidade de ocorrência e severidade dos efeitos. Compreender esses riscos é crucial para avaliar a qualidade dos ambientes industriais e residenciais. Fatores como gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos têm impactos significativos na saúde e no meio ambiente. Esta seção explora esses fatores e sua relevância em ambientes de trabalho e residências.

a) Impactos dos Gases Nocivos

No ambiente de trabalho, os riscos químicos, especialmente relacionados à manipulação de gases nocivos, representam uma ameaça significativa à saúde dos trabalhadores, como evidenciado pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, s.d.). A exposição a esses gases pode resultar em danos físicos diversos e comprometer a saúde a longo prazo, incluindo problemas respiratórios agudos e crônicos, danos neurológicos, e até mesmo o desenvolvimento de doenças graves como câncer. Além disso, a inflamabilidade desses gases aumenta o risco de incêndios e explosões, colocando em perigo tanto os trabalhadores quanto a integridade das instalações.

b) Impactos da Umidade

A água é reconhecida como o agente de degradação mais significativo para as edificações. Pesquisas conduzidas na Noruega indicam que a umidade e os problemas associados à água compreendem 76% das patologias que afligem uma construção (FREITAS, 2013). A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2009) estabelece que entre 75% e 80% das patologias que afetam o invólucro de uma edificação têm sua raiz na umidade. Esses problemas podem incluir infiltrações, vazamentos e condensação, que não apenas comprometem a estrutura física do prédio, mas também podem criar ambientes propícios para o desenvolvimento de mofo, bolor e outros microorganismos nocivos à saúde humana.

c) Impactos da Temperatura

Segundo Cristiane (2019), temperaturas extremas aumentam as taxas de mortalidade em cidades da América Latina, especialmente por doenças cardiovasculares e respiratórias, afetando mais os idosos e crianças. Esses efeitos ressaltam a importância de medidas de adaptação e mitigação para enfrentar os

desafios climáticos urbanos. No contexto do ambiente de trabalho, tais variações térmicas também podem representar riscos significativos para a saúde e segurança dos trabalhadores, podendo causar desconforto, fadiga e doenças relacionadas ao calor ou frio, afetando o bem-estar e a produtividade dos funcionários.

REGIME DE TRABALHO INTERMITENTE COM DESCANSO NO PRÓPRIO LOCAL DE TRABALHO (por hora)	TIPO DE ATIVIDADE		
	LEVE	MODERADA	PESADA
Trabalho contínuo	até 30,0	até 26,7	até 25,0
45 minutos trabalho 15 minutos descanso	30,1 a 30,5	26,8 a 28,0	25,1 a 25,9
30 minutos trabalho 30 minutos descanso	30,7 a 31,4	28,1 a 29,4	26,0 a 27,9
15 minutos trabalho 45 minutos descanso	31,5 a 32,2	29,5 a 31,1	28,0 a 30,0
Não é permitido o trabalho, sem a adoção de medidas adequadas de controle	acima de 32,2	acima de 31,1	acima de 30,0

Figura 1 - Temperaturas Adequadas para Ambientes de Trabalho segundo a NR-15

Fonte: NR-15 Anexo 3

d) Impactos dos Ruídos

No contexto do ambiente de trabalho, a exposição a ruídos excessivos é uma ameaça séria à saúde dos trabalhadores (Portelada, 2015). A longo prazo, pode causar danos auditivos irreversíveis, distúrbios do sono e aumento do estresse, além de afetar a comunicação e aumentar o risco de acidentes. Para minimizar esses riscos nos ambientes de trabalho, é essencial implementar medidas de controle de ruído, como o uso de equipamentos de proteção auditiva, práticas de engenharia de controle de ruído, avaliações regulares dos níveis de ruído e treinamento adequado aos funcionários sobre os perigos do ruído e as medidas preventivas.

2.1.2 NORMAS REGULAMENTADORAS DE SEGURANÇA

Para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em ambientes industriais e residenciais, a conformidade com as normas regulamentadoras e técnicas é fundamental. No presente projeto, foram consideradas diversas normas

que estabelecem os parâmetros e diretrizes para a avaliação e mitigação de riscos ambientais.

NR 09 (Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR): A Norma Regulamentadora 09 (NR 09) estabelece os requisitos para a avaliação das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. Identificados no âmbito do Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), esses agentes são objeto de medidas preventivas para garantir a segurança e a saúde no ambiente de trabalho. A aplicação desta norma visa a prevenção de doenças ocupacionais e acidentes, promovendo um ambiente laboral seguro e saudável.

NR 07 (Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO): A Norma Regulamentadora 07 (NR 07) do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1994) determina a necessidade de avaliações auditivas periódicas para trabalhadores expostos a níveis elevados de ruído. Este procedimento é essencial para a preservação da saúde auditiva dos profissionais, prevenindo problemas auditivos decorrentes da exposição contínua a ruídos no ambiente de trabalho.

NR 15 (Atividades e Operações Insalubres): A Norma Regulamentadora 15 (NR 15) trata das atividades e operações insalubres que expõem os trabalhadores a agentes prejudiciais à saúde. Especificamente, o Anexo 10 da NR 15 aborda a exposição ao calor, estabelecendo limites de tolerância e medidas de controle para proteger a saúde dos trabalhadores expostos a condições térmicas extremas.

2.2 Recursos e Análise de Custos

Para a construção do dispositivo de segurança ambiental proposto, foram utilizados diversos componentes, cada um desempenhando um papel crucial no monitoramento e detecção de gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos. A tabela abaixo enumera esses componentes, seus preços unitários, quantidades e custos totais, além de abreviações para identificação.

Nome Abreviado	Componente	Valor da Unidade	Unidade(s)	Total
Adaptador USB	Adaptador de energia USB	R\$16,88	1	R\$16,88
Arduino	Arduino UNO	R\$35,68	1	R\$35,68
Botão	Botão	R\$0,79	5	R\$3,95
Buzzer	Buzzer	R\$2,54	1	R\$2,54
Cartão MicroSD	Cartão MicroSD	R\$23,90	1	R\$23,90
Display LCD	Display LCD 16x2 com módulo I2C	R\$11,90	4	R\$47,60
Led RGB	Led RGB	R\$1,30	5	R\$6,50
Leitor de cartão SD	Módulo leitor de cartão SD	R\$7,90	1	R\$7,90
Multiplexador	Multiplexador CD74HC4067	R\$16,22	3	48,66
Resistor	Resistor 220 Ohm	R\$0,56	5	R\$2,80
Sensor de gases inflamáveis	Sensor MQ-4	R\$19,10	1	R\$19,10
Sensor de ruído	Sensor KY-038	R\$14,22	1	R\$14,22

Sensor de temperatura e umidade	Sensor DHT22	R\$33,66	1	R\$33,66
---------------------------------	--------------	----------	---	----------

Tabela 1 - Componentes e Custos

Fonte: Aatoria Própria.

Para a obtenção dos valores dos componentes utilizados no projeto, foi realizada uma pesquisa em uma variedade de sites de comércio eletrônico, incluindo Shopee, Amazon, Mercado Livre, Magazine Luiza, Casa da Robótica, Eletrogate, Autocore, Carrefour, AliExpress, Curtocircuito e Baú da Eletrônica, em cinco coletas distintas. Posteriormente, foi calculada a média dos valores obtidos para cada componente, considerando as cinco coletas. Os valores apresentados na tabela são resultado desse processo de pesquisa e cálculo.

2.2.1 CUSTO TOTAL DO PROJETO

O custo total do projeto é calculado como a soma dos custos totais de todos os componentes listados na Tabela 1.

$$\text{Total} = \text{R\$ } 264,39$$

É importante destacar que esses componentes representam a parte elétrica/eletrônica do produto final. Não foram considerados nesta análise os custos relacionados à estrutura física do painel, materiais de montagem ou quaisquer outros elementos não eletrônicos.

2.3 Funções dos Componentes

Nesta subseção, apresenta-se as funções de cada componente no sistema, destacando como contribuem para o funcionamento global do projeto.

- Adaptador USB

O adaptador USB é um dispositivo que converte a energia elétrica proveniente da tomada em uma voltagem segura para alimentar dispositivos eletrônicos, como o Arduino. Esse adaptador permite a conexão direta de dispositivos compatíveis à tomada de 127V, fornecendo a energia necessária para o funcionamento deles. No contexto deste projeto, o adaptador USB desempenha um papel fundamental ao garantir uma fonte de alimentação estável e confiável para os dispositivos eletrônicos utilizados, possibilitando seu uso contínuo e adequado.

- Arduino

Conforme McRoberts (2015), o Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica compacta e programável, fundamental como base para projetos de automação e eletrônica "faça você mesmo" (DIY). Embora tenha capacidade de processamento inferior à de computadores convencionais, sua versatilidade em processar entradas e saídas para interação com dispositivos externos, como sensores e atuadores, o torna uma escolha excelente para entusiastas e desenvolvedores. Essa versatilidade é essencial para a concepção e execução bem-sucedidas do projeto, com o Arduino como base central.

- Botão

Conforme descrito por Jesus (s.d.), o botão estabelece a conexão de contato com o componente, facilitando a condução de corrente elétrica. Essa corrente é posteriormente recebida e interpretada com base nas informações previamente registradas no Arduino. No âmbito desse projeto, o botão desempenha a função de ligar e desligar o sistema, assim como ativar e desativar os sensores individualmente.

- Buzzer

O Buzzer é um componente eletrônico capaz de emitir sons audíveis quando acionado por um sinal elétrico. No contexto deste projeto, o buzzer é utilizado para emitir alertas sonoros caso os parâmetros ambientais monitorados, como gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos, saiam dos valores considerados seguros ou normais. Esses alertas sonoros são essenciais para chamar a atenção dos usuários

sobre condições adversas no ambiente, permitindo uma resposta rápida e adequada para garantir a segurança e o bem-estar.

- Cartão MicroSD

O módulo para Cartão MicroSD, conforme descrito por Straub (2018), viabiliza a conexão de um cartão MicroSD ao Arduino por meio da interface SPI, permitindo a leitura e gravação de dados na memória flash do cartão. Este módulo é compacto, eficiente e de utilização simples, sendo indicado para sistemas de registro de dados e armazenamento de informações. No contexto específico do projeto, ele desempenha o papel de armazenar os dados gerados pelos sensores, como temperatura e umidade, permitindo que sejam acessados posteriormente para análise e monitoramento do ambiente.

- Display LCD

O Display LCD (Liquid Crystal Display) é um dispositivo de saída que permite a exibição de informações de forma visual, por meio de caracteres alfanuméricos ou gráficos. No contexto deste projeto, o Display LCD 16x2 desempenha um papel fundamental ao fornecer uma interface de usuário para visualização dos dados coletados pelos sensores de gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos. Através do Display LCD, os usuários podem acompanhar em tempo real as condições ambientais monitoradas, facilitando a interpretação das informações e permitindo a tomada de decisões adequadas para garantir a segurança e o conforto no ambiente de trabalho ou residencial. Os displays estão conectados ao módulo I2C, facilitando a comunicação e controle desses dispositivos.

- Led RGB

O LED RGB (Red, Green, Blue) é um tipo especial de LED capaz de emitir luz em diferentes cores, variando a intensidade das cores vermelha, verde e azul. No contexto deste projeto, foram utilizados LEDs RGB para indicar o status de cada sensor do dispositivo de segurança ambiental. Cada LED RGB é associado a um sensor específico e exibe uma cor correspondente ao estado dos parâmetros

monitorados. Por exemplo, o verde indica que os parâmetros monitorados estão dentro dos limites aceitáveis, enquanto o vermelho sinaliza que os parâmetros ultrapassaram os limites aceitáveis e requerem intervenção imediata.

- Leitor de Cartão SD

O módulo leitor de cartão SD é um dispositivo que permite a conexão de um cartão de memória do tipo Micro SD, utilizado para armazenamento de dados, a outros dispositivos eletrônicos. No contexto do projeto de segurança ambiental, esse módulo tem o papel de fornecer um meio de armazenamento para os dados coletados pelos sensores do dispositivo, possibilitando o registro e o acesso aos dados ambientais ao longo do tempo.

- Multiplexador

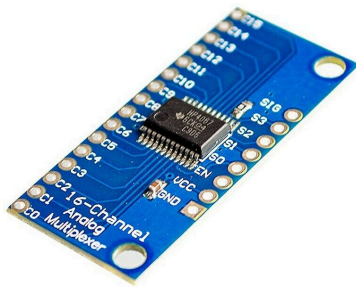


Figura 3: Módulo Arduino Multiplexador 16 Portas - CD74HC4067.

Fonte: Ecatronix. (2023). Módulo Arduino Multiplexador 16 Portas - CD74HC4067. Recuperado de <https://www.ecatronix.com/>

O Módulo Multiplexador CD74HC4067 CMOS, conforme descrito por Lacerda (2021), é um componente amplamente utilizado em projetos que envolvem múltiplos sensores analógicos. Com apenas um pino analógico e dois ou quatro pinos digitais necessários para operar, esse chip permite que um microcontrolador monitore diversos pinos analógicos para realizar leituras dos sensores. No contexto do projeto, o multiplexador desempenha um papel crucial ao controlar todas as portas digitais e analógicas, tanto de entrada quanto de saída. Isso é fundamental, uma vez que o projeto demanda mais portas do que as catorze portas digitais e seis portas analógicas disponíveis no Arduino.

- Resistor

De acordo com Ferreira (et al. 2023), resistores são componentes elétricos que fornecem resistência à passagem de corrente elétrica, sendo amplamente utilizados para regular o valor da corrente em um circuito. No projeto em questão, os resistores desempenham um papel crucial ao estarem conectados aos displays, LEDs e botões, contribuindo para a regulação adequada da corrente elétrica e garantindo o funcionamento correto desses componentes.

- Sensor de gases inflamáveis



Figura 4: Módulo Sensor de Gás Metano MQ-4

Fonte: RoboCore. (s.d.). Módulo MQ-4 - Sensor de Gás Metano. Recuperado de <https://www.robocore.net/>

De acordo com Pires et al. (2020, apud Jaycon Systems, 2020), a variação do resistor no sensor MQ-4 é inversamente proporcional à concentração de gás detectado, ou seja, quando a concentração do gás é baixa, a resistência aumenta. Isso possibilita ao Arduino ler a variação dessa resistência por meio de uma porta analógica. No contexto desse trabalho, o sensor MQ-4 desempenha um papel fundamental na detecção de gases inflamáveis, como metano, propano e butano, permitindo uma avaliação abrangente dos riscos potenciais de incêndio ou explosão no ambiente monitorado.

- Sensor de ruído

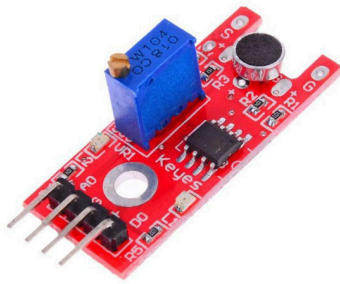


Figura 5: Módulo Sensor de Som KY-038

Fonte: BangGood. (s.d.). Módulo de detecção de som de microfone KY-038 Geekcreit para Arduino - produtos que funcionam com placas Arduino oficiais. Recuperado de <https://br.banggood.com/>

O sensor de ruído KY-038 é equipado com um potenciômetro integrado para ajuste da sensibilidade do microfone. Essa característica permite calibrar o sensor de acordo com as necessidades específicas do ambiente em que será utilizado. Quando há a presença de som, a tensão no sensor é modificada proporcionalmente à intensidade do som, resultando em uma diminuição da tensão à medida que o volume aumenta (MORAIS, 2018). No presente trabalho, o sensor KY-038 foi escolhido como parte integrante do dispositivo de segurança ambiental, sendo responsável por detectar e monitorar os níveis de ruído em ambientes industriais e residenciais.

- Sensor de temperatura e umidade

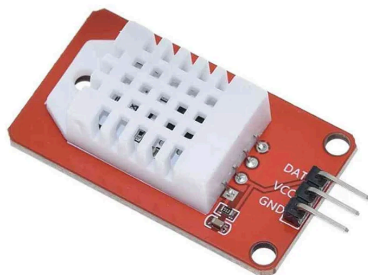


Figura 6: Módulo Sensor de Temperatura e Umidade AM2302 DHT22

Fonte: Bitmaker. (s.d.). Módulo Sensor de Temperatura e Umidade AM2302 DHT22. Recuperado de <https://www.bitmaker.com.br>

O sensor DHT22 integra um sensor de umidade e um sensor de temperatura em um único módulo, permitindo a medição instantânea da temperatura e umidade do ar. Para isso, utiliza um sensor capacitivo de umidade e um termistor para medir o ar circundante (PEREIRA et al., 2018). No contexto deste trabalho, o sensor DHT22 desempenha um papel fundamental na monitorização das condições ambientais, fornecendo informações precisas sobre temperatura e umidade.

2.4 Visão Geral e Protótipo

Nessa sessão, é apresentado o protótipo do dispositivo. Uma imagem ilustrativa do protótipo está localizada abaixo para referência visual. Durante a apresentação, serão destacados os multiplexadores, especificando suas conexões como saída, entrada digital ou analógica, bem como os componentes associados a cada um deles. Vale mencionar, que a plataforma utilizada para o desenvolvimento do projeto foi o programa Arduino IDE.

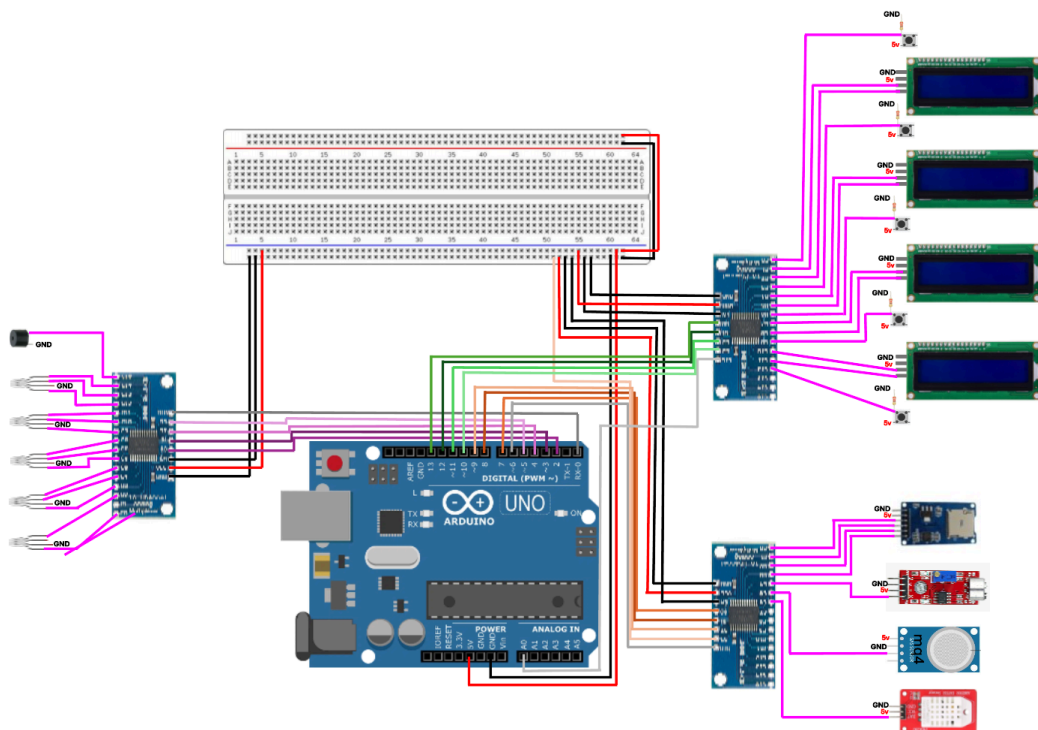


Figura 7: Ilustração do projeto

Fonte: Autoria própria

2.4.1 PORTAS DO ARDUINO

- Porta 0 (D0): Pino SIG do multiplexador de saída digital
- Porta 2 (D2): Pino S0 do multiplexador de saída digital
- Porta 3 (D3): Pino S1 do multiplexador de saída digital
- Porta 4 (D4): Pino S2 do multiplexador de saída digital
- Porta 5 (D5): Pino S3 do multiplexador de saída digital
- Porta 6 (D6): Pino SIG do multiplexador de entrada digital
- Porta 7 (D7): Pino S0 do multiplexador de entrada digital
- Porta 8 (D8): Pino S1 do multiplexador de entrada digital
- Porta 9 (D9): Pino S2 do multiplexador de entrada digital
- Porta 10 (D10): Pino S0 do multiplexador de entrada analógica
- Porta 11 (D11): Pino S1 do multiplexador de entrada analógica
- Porta 12 (D12): Pino S2 do multiplexador de entrada analógica
- Porta 13 (D13): Pino S3 do multiplexador de entrada analógica
- Porta A0 (A0/D14): Pino SIG do multiplexador de entrada analógica

2.4.1 PORTAS DOS MULTIPLEXADORES

Os multiplexadores utilizados no projeto possuem 16 portas cada, controladas pelos sinais S1, S2, S3 e S4, que variam de 0000 a 1111. Esses sinais de controle permitem selecionar qual porta será utilizada, possibilitando o processamento adequado dos valores de entrada ou a distribuição dos sinais de saída.

2.4.1.1 Multiplexador De Entrada Analógica

O primeiro multiplexador é responsável por selecionar uma das várias entradas analógicas e direcioná-la para a saída. Ele identifica o valor analógico de entrada e o envia para ser processado pelo sistema.

- Porta 0000 (0): Botão de ligar/desligar o sistema
- Porta 0001 (1): Pino SCL do display de ruídos
- Porta 0010 (2): Pino SDA do display de ruídos
- Porta 0011 (3): Botão de ligar/desligar o display de ruídos
- Porta 0100 (4): Pino SCL do display de gases inflamáveis
- Porta 0101 (5): Pino SDA do display de gases inflamáveis
- Porta 0110 (6): Botão de ligar/desligar o display de gases inflamáveis
- Porta 0111 (7): Pino SCL do display de umidade
- Porta 1000 (8): Pino SDA do display de umidade
- Porta 1001 (9): Botão de ligar/desligar o display de umidade
- Porta 1010 (10): Pino SCL do display de temperatura
- Porta 1011 (11): Pino SDA do display de temperatura
- Porta 1100 (12): Botão de ligar/desligar o display de temperatura

2.4.1.2 Multiplexador De Entrada Digital

O segundo multiplexador seleciona uma das várias entradas digitais e direciona essa entrada para a saída. Ele identifica os valores de entrada como HIGH ou LOW, permitindo que o sistema processe as entradas digitais.

- Porta 0000 (0): Pino CS do leitor microsd
- Porta 0001 (1): Pino SCK do leitor microsd
- Porta 0010 (2): Pino MOSI do leitor microsd
- Porta 0011 (3): Pino MISO do leitor microsd
- Porta 0100 (4): Sensor de ruído
- Porta 0101 (5): Sensor de gases inflamáveis
- Porta 0110 (6): Sensor de umidade e temperatura

2.4.1.3 Multiplexador De Saída Digital

O terceiro multiplexador direciona um sinal de entrada digital para uma das várias saídas digitais disponíveis. Ele envia o sinal para o componente correspondente, permitindo o controle preciso desses dispositivos.

- Porta 0000 (0): Pino G do LED RGB para liga/desliga (cor verde)
- Porta 0001 (1): Pino R do LED RGB para temperatura
- Porta 0010 (2): Pino G do LED RGB para temperatura
- Porta 0011 (3): Pino B do LED RGB para temperatura
- Porta 0100 (4): Pino R do LED RGB para umidade
- Porta 0101 (5): Pino G do LED RGB para umidade
- Porta 0110 (6): Pino B do LED RGB para umidade
- Porta 0111 (7): Pino R do LED RGB para gases inflamáveis
- Porta 1000 (8): Pino G do LED RGB para gases inflamáveis
- Porta 1001 (9): Pino B do LED RGB para gases inflamáveis

- Porta 1010 (10): Pino R do LED RGB para ruído
- Porta 1011 (11): Pino G do LED RGB para ruído
- Porta 1100 (12): Pino B do LED RGB para ruído
- Porta 1101 (13): Buzzer

2.6 Análise Ambiental: Reciclabilidade, Consumo Energético e Impacto Ecológico

Durante o desenvolvimento do dispositivo de segurança ambiental, foi dada atenção especial à reciclabilidade dos materiais e componentes. Componentes como o adaptador USB, botão, buzzer, display LCD, LEDs, resistores e sensores possuem potencial para reciclagem. A plataforma Arduino, de código aberto e modular, contribui para a ecoeficiência ao promover a reutilização de componentes.

A análise do consumo energético considerou os materiais utilizados e a fonte de alimentação principal de 5V do adaptador USB. O Arduino opera com uma corrente baixa, resultando em um consumo energético modesto de alguns watts. Componentes adicionais, como o display LCD, LEDs, buzzer e sensores, também consomem pouca energia, garantindo uma eficiência energética satisfatória.

O dispositivo visa promover a segurança e saúde dos ambientes industriais e residenciais, enquanto reduz sua própria influência ambiental. Ao integrar reciclabilidade e eficiência energética em seu design, o dispositivo não apenas protege o meio ambiente, mas também contribui para a sustentabilidade a longo prazo, destacando seu compromisso com a responsabilidade ambiental.

2.7 Fluxograma Simplificado

O fluxograma a seguir apresenta o funcionamento simplificado do um sistema de monitoramento ambiental.

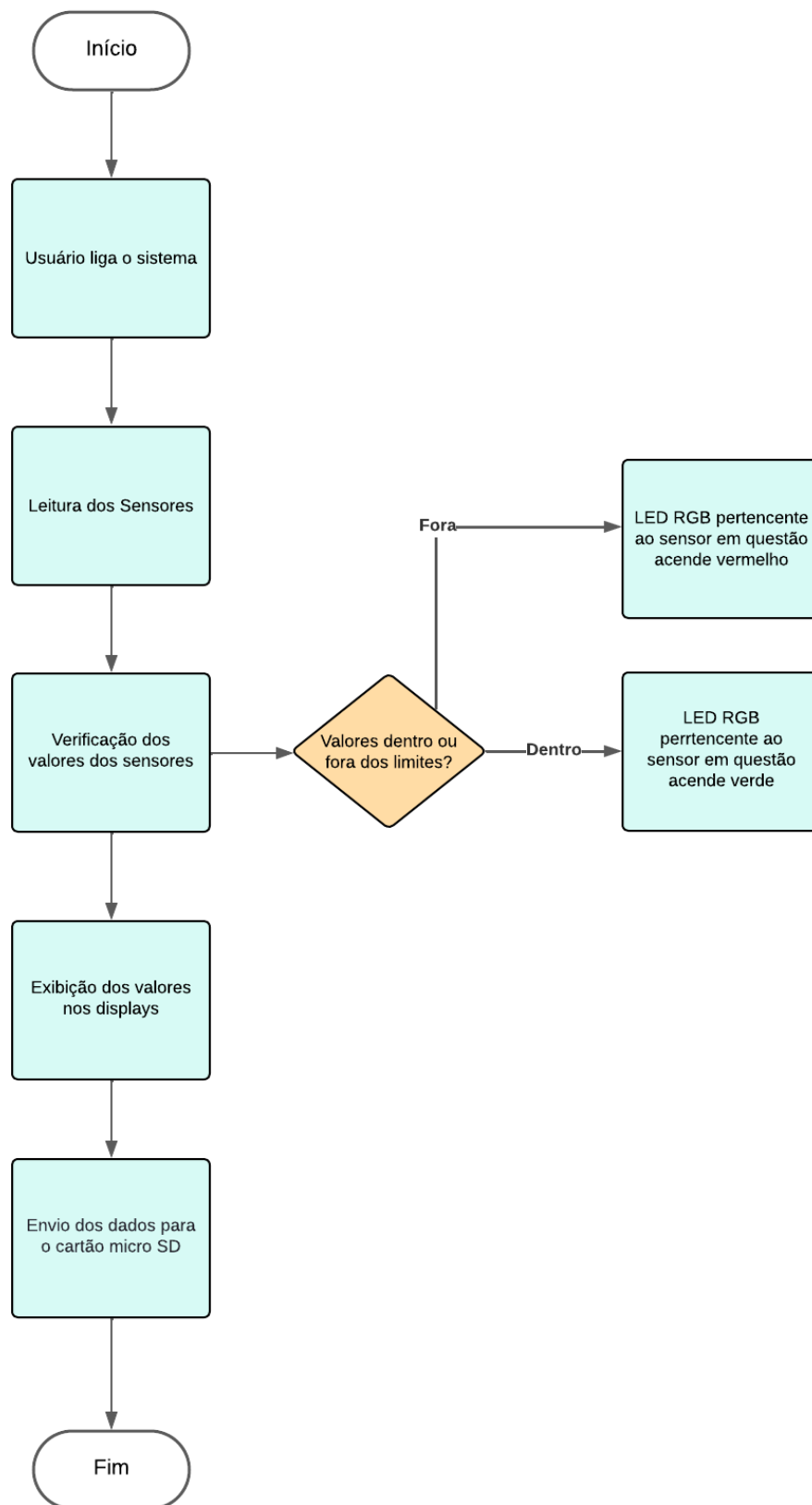


Figura 8: Fluxograma simplificado do funcionamento do sistema

Fonte: Autoria própria

3 CONCLUSÃO

Após a conclusão do presente projeto de desenvolvimento do dispositivo de segurança ambiental, é possível afirmar que os objetivos propostos foram alcançados com sucesso. O dispositivo, em forma de painel, foi projetado e implementado com eficácia para detectar gases nocivos, umidade, temperatura e ruídos em ambientes industriais e residenciais. A metodologia adotada, que incluiu uma revisão bibliográfica abrangente, proporcionou uma base sólida para o desenvolvimento do sistema.

Os resultados parciais demonstraram a eficácia na detecção e monitoramento dos parâmetros propostos, além da integração de sistemas de alerta que avisam quando os limites de saúde e segurança são ultrapassados. Destaca-se também a facilidade de uso da interface, que simplifica a interação dos usuários, promovendo uma experiência mais acessível e eficiente. Adicionalmente, a contribuição dos multiplexadores foi crucial para o sucesso do projeto. A integração desses dispositivos ampliou o número de portas disponíveis, superando uma limitação comum e abrindo novas possibilidades para futuros desenvolvimentos, aumentando significativamente a eficácia e versatilidade do dispositivo.

No entanto, é importante destacar algumas limitações do estudo. Embora o dispositivo tenha sido projetado para ser versátil e aplicável a diferentes contextos, pode haver variações na eficácia da detecção de acordo com as condições específicas de cada ambiente. Além disso, o dispositivo requer calibração periódica e ajustes adicionais para garantir sua precisão e confiabilidade ao longo do tempo.

Como recomendações para estudos futuros, sugere-se a realização de testes adicionais em diferentes ambientes para avaliar a robustez e confiabilidade do dispositivo em condições diversas. Além disso, é importante explorar possíveis otimizações no design e nos componentes utilizados para reduzir os custos de produção e tornar o dispositivo mais acessível a um público mais amplo. Adicionalmente, seria interessante investigar a possibilidade de integração do dispositivo com dispositivos móveis, permitindo a distribuição de alertas e

notificações por meio de aplicativos, proporcionando uma resposta mais rápida e eficiente em situações de emergência.

Em suma, o presente projeto representa um avanço significativo no campo da segurança ambiental e ocupacional, oferecendo uma solução prática e eficaz para a detecção e monitoramento de parâmetros ambientais em diversos ambientes. Com a continuidade de pesquisas e desenvolvimentos nessa área, espera-se contribuir para a promoção de ambientes de trabalho mais seguros, saudáveis e produtivos.

ARDUINO TECHNOLOGY FOR ENVIRONMENTAL SAFETY: A Multifunctional Monitoring Device

Abstract: In the present project, a panel-shaped environmental safety device capable of detecting harmful gases, humidity, temperature, and noise in industrial and residential environments was developed. The methodology included a literature review on the impacts of these environmental parameters and an analysis of existing similar solutions. In the design phase, the essential components of the device were selected and integrated, including the use of Arduino as a control platform. Partial results demonstrated the effectiveness in detecting and monitoring the proposed parameters, as well as the integration of alert systems to warn when health and safety limits are exceeded. The ease of use of the intuitive interface, which simplifies user interaction, is also highlighted. Final conclusions emphasized the relevance of the device in promoting a safer and healthier work environment, along with discussing future prospects for its application and improvement, considering its feasibility and acceptance by users.

Keywords: Environmental Safety; Occupational Health; Arduino; Multiplexers; Preventive Technology

REFERÊNCIAS

NR 07 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Brasília. DF: ABNT, 1983.

NR 09 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Brasília, ABNT, 2019

NR 15 - Atividades e Operações Insalubres. Brasília. Ministério da Economia. ABNT, 1978.

BRILHANTE, Ogenis Magno; CALDAS, Luiz Querino de A. Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental. Editora FIOCRUZ, 1999.

CRISTIANE, Qual é a temperatura ideal em um ambiente? Blog Frigelar. (2019) Disponível em: <https://blog.frigelar.com.br/qual-temperatura-ideal-ambiente/>

FERREIRA, Matheus. (2023). Desenvolvimento de tecnologia assistiva para dosagem de medicamentos líquidos. João Pessoa: Instituto Federal, Paraíba, Campus João Pessoa, curso superior de bacharelado em engenharia elétrica.

Freitas, V. P. de. (Ed.). A State-of-the-Art Report on Building Pathology. Portugal: CIB –W086 Building Pathology, 2013.

Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ). Acesso em 25/02/2024. Riscos Químicos. Laboratório Virtual de Biossegurança. Recuperado de https://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html

Jaycon Systems (2020). Understanding a gas sensor. Disponível em: <https://jayconsystems.com/blog/understanding-agas-sensor>.

JESUS, Marlons et al. (s.d.). Robótica Autônoma - Sumô de Robôs. Curso de Engenharia Mecatrônica, Universidade Salvador (UNIFACS).

LACERDA, Bruno. Sistema de irrigação automatizado para plantações de pequeno porte. Instituto Federal da Paraíba, Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial, 2021.

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. 2ª EDIÇÃO. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2015.

MORAIS, C. A. A. e Marcos Vinicius Bueno de. Sensibilidade do sensor de intensidade sonora para detecção de granizo. REGRAD - Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM - ISSN 1984-7866, 2018. v. 11, n. 01, p. 16–27, 2018. ISSN

1984-7866. Disponível em:
<<https://revista.univem.edu.br/REGRAD/article/view/2539>>.

OLIMEX. Technical Data MQ-135 Gás Sensor. Disponível em:
<<https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/SNSMQ135/resources/SNS-MQ135.pdf>>.

PEIXOTO, Neverton Hofstadler. Segurança do trabalho. Santa Maria: Universidade Federal Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

PEREIRA, Luiz Arthur Malta et al. Boletim Técnico da Produção Animal, 32/Universidade Brasil: montagem de sensor de temperatura e umidade para manutenção do conforto ambiental em granja cunícola. 2018.

PIRES, Murilo Oliveira; PIRES, Fábio Gomes; CÁSSIO, Jerônimo. SISTEMA PARA MEDIÇÃO DE GÁS METANO EM REATOR BIOLÓGICO.

PORTELADA, Antonio Rafael. O Impacto do Ruído na Saúde do Trabalhador. (TCC) - Faculdade Laboro, universidade Estácio de Sá, curso de engenharia de segurança do trabalho.

STRAUB, M. G.(2018). Projeto arduino sd card: leitura e escrita de dados no cartão micro sd <<https://www.usinainfo.com>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. Copenhagen, Denmark, 2009.