DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO APLICADO EM AMBIENTES COM PROTOCOLOS DE SILÊNCIO

LOW COST DEVICE APPLIED IN ENVIRONMENTS WITH SILENCE PROTOCOLS

Ércules Silva Rocha[1]
André Nascimento da Silva[2]

[1]Graduando em Engenharia Elétrica, Faculdade Internacional da Paraíba – FPB
[2]Professor Orientador Doutor em Engenharia Elétrica, e-mail: andre.n.silva@animaeducacao.com.br

Resumo

O artigo aborda a problemática do ruído indesejado e seus efeitos negativos na qualidade de vida das pessoas. O ruído pode ser considerado uma forma de poluição sonora e pode ser gerado por várias fontes, como tráfego, construções e atividades humanas. O texto menciona diferentes tipos de ruído, incluindo contínuo, intermitente, impulsivo e de fundo. A exposição constante ao ruído pode causar danos à audição, além de perturbação, desconforto, prejuízo cognitivo, distúrbios do sono e doenças cardiovasculares. De acordo com dados da Associação Brasileira para a Qualidade Acústica, cerca de 10% da população mundial está exposta a níveis de ruído prejudiciais. A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que a poluição sonora é o segundo maior agente poluidor ambiental, após a poluição do ar, e prevê um aumento na perda auditiva até 2050. O artigo menciona que medidas de controle de ruído são necessárias em diferentes níveis, desde o uso de protetores auriculares em nível individual até o estabelecimento de normas e regulamentos para limitar os níveis de ruído em atividades industriais, veículos e construções em nível comunitário. No contexto de ambientes internos, como salas de aula, hospitais e espaços de relaxamento, é importante garantir um nível adequado de silêncio ou baixo ruído para que as atividades sejam eficientes, seguras e propícias ao relaxamento. O artigo propõe uma solução de baixo custo baseada em um hardware projetado, programado e desenvolvido para monitorar em tempo real o nível de intensidade sonora no ambiente, e quando forem ultrapassados os limiares pré-estabelecidos por normas locais, geram-se sinais de alerta ou mecanismos de controle afim de contribuir com o protocolo de silêncio local. A metodologia utilizada no artigo inclui uma pesquisa bibliográfica para embasar teoricamente o tema do ruído e seus impactos, bem como normas técnicas e regulamentadoras. Além disso, houve a formulação do problema a ser abordado e a proposta de prototipagem como solução. A partir desse cenário, objetiva-se com esta pesquisa fornecer uma alternativa de baixo custo para o controle de ruídos indesejados em ambientes fechados, visando o bem-estar físico e psicológico das pessoas expostas diariamente a esses ambientes.

Palavras-Chave: *Poluição sonora, Ruído e saúde, Controle de Ruído.*

Abstract

The article addresses the issue of unwanted noise and its negative effects on people's quality of life. Noise can be considered a form of sound pollution and can be generated by various sources such as traffic, construction, and human activities. The text mentions different types of noise, including continuous, intermittent, impulsive, and background noise. Constant exposure to noise can cause hearing damage as well as disturbance, discomfort, cognitive impairment, sleep disorders, and cardiovascular diseases. According to data from the Brazilian Association for Acoustic Quality, approximately 10% of the world's population is exposed to harmful noise levels. The World Health Organization (WHO) highlights that noise pollution is the second-largest environmental pollutant after air pollution and predicts an increase in hearing loss by 2050. The article mentions that noise control measures are necessary at different levels, from using ear protectors at an individual level to establishing standards and regulations to limit noise levels in industrial activities, vehicles, and community constructions. In the context of indoor environments such as classrooms, hospitals, and relaxation spaces, it is important to ensure an adequate level of silence or low noise for efficient, safe, and relaxing activities. The article proposes a low-cost solution based on a hardware designed, programmed, and developed to monitor real-time sound intensity levels in the environment. When the

pre-established thresholds set by local regulations are exceeded, alert signals or control mechanisms are generated to contribute to the local silence protocol. The methodology used in the article includes a literature review to theoretically support the topic of noise and its impacts, as well as technical and regulatory standards. Additionally, the problem to be addressed was formulated, and prototyping was proposed as a solution. Based on this scenario, the objective of this research is to provide a low-cost alternative for the control of unwanted noise in enclosed environments, aiming at the physical and psychological well-being of people exposed to these environments on a daily basis.

Keywords: *Noise pollution, Noise and health, Noise control.*

1. INTRODUÇÃO

Ruído é um termo utilizado para descrever um som indesejado, perturbador ou irritante que pode afetar negativamente a qualidade de vida das pessoas (RAMOS, 2013). Pode também ser definido como poluição sonora gerada por diversas fontes, como tráfego de veículos, construções, equipamentos industriais, atividades humanas e entre outros.

Existem diferentes tipos de ruído, incluindo ruído contínuo, intermitente, impulsivo e de fundo. O ruído contínuo é caracterizado por ser constante e uniforme ao longo do tempo, como o barulho de um motor em funcionamento. O ruído intermitente ocorre de forma intercalada, com intervalos de silêncio entre os sons, como o ruído produzido por uma máquina que liga e desliga periodicamente. O ruído impulsivo ou impacto é caracterizado por ter picos de intensidade muito elevados em um curto período de tempo, como o som de uma explosão. O ruído de fundo ou de baixa frequência é o conjunto de todos os sons presentes em um determinado ambiente, mesmo que não sejam perceptíveis individualmente (Ostiposde, 2019).

O ser humano habitualmente se encontra exposto à ruídos, seja no trabalho, trânsito, na sala de estar em casa, e até mesmo, no quarto deitado em sua cama.

Segundo a Associação Brasileira para a Qualidade Acústica (2014), cerca de 10% da população mundial está exposta a níveis de ruídos que podem causar diversos problemas, não apenas danos auditivos, mas também perturbação e desconforto, prejuízo cognitivo, insônia e doenças cardíacas.

A Organização Mundial da Saúde (2018) afirma que a poluição sonora é o segundo maior responsável pela poluição ambiental no planeta, ficando atrás apenas da poluição do ar. Ainda segundo o artigo publicado, estima-se que aproximadamente 25% das pessoas no mundo deverão ter algum nível de perda auditiva, até o ano de 2050. O documento associa a exposição ao ruído de forma inadequada, seja por um tempo prolongado ou em maiores intensidades em tempos mais curtos a doenças metabólicas e cardíacas, dificuldade na aprendizagem em crianças, distúrbios do sono, prejuízo à audição e até mesmo ao ganho excessivo de peso. E por fim, segundo um artigo publicado na Revista Lancet (2013), a perda auditiva ocasionada por ruído é um problema de saúde pública.

Para combater o ruído e reduzir seus efeitos negativos, existem medidas de controle de ruído em diferentes níveis. Em nível individual, é possível utilizar EPIs, como protetores auriculares para reduzir a exposição a sons intensos. Em nível comunitário, são estabelecidos normas e regulamentos para limitar os níveis de ruídos produzidos por atividades industriais, veículos e construções.

No contexto de ambientes internos e fechados, existem diversos lugares que requerem protocolos de silêncio para que as atividades sejam realizadas adequadamente, podendo-se destacar:

- Protocolos de silêncio gerando eficiência, a exemplo das salas de aula, onde os alunos necessitam do mínimo de ruído possível para concentração e foco na aprendizagem e execução das atividades acadêmicas;
- Protocolos de silêncio gerando segurança, no caso dos hospitais, clínicas de reabilitações, berçários, etc.;
- Protocolos de silêncio gerando relaxamento, como por exemplo, os espaços de meditação e ioga.

Desta forma, este artigo visa oferecer uma alternativa de baixo custo de monitoramento de ruídos indesejados a fim de identificar possíveis intensidades sonoras que venham a ultrapassar parâmetros previstos nas regras estabelecidas pelas normas regulamentadas ou por protocolos particulares. Apresenta-se um dispositivo de hardware projetado e programado para monitorar em tempo real o ruído do ambiente, possibilitando oferecer, a depender do ambiente interno em questão, descanso, concentração, bem-estar e mais eficiência nas atividades desempenhadas pelas pessoas presentes no determinado espaço.

2. METODOLOGIA

A partir do cenário descrito são estabelecidas análises conduzidas inicialmente por uma pesquisa bibliográfica, seguida pela formulação do problema em questão, criação de um protótipo, realização de testes e análise dos resultados em discussões.

2.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A metodologia bibliográfica é adotada com o intuito de condensar o conhecimento prévio acerca dos temas envolvidos na análise, a exemplo de som, intensidade sonora, nível de intensidade sonora, ruído, poluição sonora, impactos que ruídos em geral tem sobre o ser humano e principalmente, a relevância que esse tema pode ter para as pessoas.

Os materiais consultados são analisados e triados conforme relação que os mesmos possuem com as análises aqui propostas, alguns podem ser observados no Quadro 1.

Quadro 1 – Pesquisas relacionadas ao controle de ruídos

Título do Trabalho Local/Ano	Referência	Aspectos positivos do trabalho
Acústica: Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.	http://www2.uesb.br/biblioteca/wp-content/uploads/2022/03/ABNT-NBR10152-AC%C3%9ASTICA-N%C3%8DVEIS-DE-PRESS%C3%83O-SONORA-EM-AMBIENTES-INTERNOS-E-EDIFICA%C3%87%C3%95ES.pdf	Estabelece os procedimentos técnicos a serem adotados na execução de medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações.
Metodologia de caracterização e análise da poluição sonora para fins de planejamento urbano. Belo Horizonte, 2020.	https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/36590/1/Lucas_Saliba_Dissertacao_Aprovada00.pdf	Mapeamento das áreas mais propensas aos impactos da poluição sonora através de variáveis proxy.

Ruído e suas consequências para o adoecimento. Porto Alegre, 2010.	https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28226/000770079.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Trata-se de um estudo cujo objetivo foi sistematizar os conhecimentos acerca das consequências do ruído para o adoecimento dos indivíduos e população.
Estudo do impacto sonoro no uso de drone em campo livre. São Carlos, 2022.	https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/16691/ESTUDO%20DO%20IMPACTO%20SONORO%20NO%20USO%20DE%20DRONE.pdf?sequence=1&isAllowed=y	São discutidos os principais métodos e normas vigentes para caracterização sonora.
Segurança e saúde ocupacional: A prevenção do ruído. Espírito Santo, 2021.	https://prodi.ifes.edu.br/images/stories/novembro-seguranca_saude_ruido.pdf	Demonstra alguns exemplos do nível de pressão sonora em situações do cotidiano comparativamente ao nível de conforto acústico definido por normas brasileiras.
Avaliação do ruído ambiental e ocupacional em uma fábrica de papel Kraft extensível. Curitiba, 2013.	https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/18051/2/CT_CEEST_XXV_2013_03.pdf	Avalia o nível de ruído ocupacional nos operadores dos equipamentos de maior ruído de uma fábrica, propõe alterações em certas variáveis e verifica perante as normas regulamentadoras.

Fonte: Autoria própria.

Como dito anteriormente, o ruído pode apresentar variantes, principalmente relacionadas a sua intensidade e tempo de incidência. Realizar periodicamente a medição de ruído é de extrema importância para os mais diversos cenários, uma vez que a atividade desenvolvida no ambiente pode produzir ruídos em excesso.

Um parâmetro bastante usual em análises de ruído é a curva de ponderação A, definida para enfatizar uma dada região de interesse, que para o ouvido humano está indicada geralmente na faixa de frequência de 500 Hz a 10 kHz, frequências nas quais o ouvido humano é mais sensível. A Tabela 1 mostra medidas de ruídos para determinados ambientes, associadas as características de intensidade e tempo de atuação do mesmo.

Tabela 1 – Parâmetros e métricas de níveis de ruídos

Ambientes	**RL_{Aeq}** *(dB)*	**RL_{ASmax}** *(dB)*	**RL_{NC}** *(dB)*
Clínicas e hospitais			
Berçários de clínicas e hospitais	35	40	30
Centros cirúrgicos	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
Centros educacionais			
Bibliotecas	40	45	35
Berçários de centros educacionais	40	45	35
Salas de aula	35	40	30
Residências			
Dormitório residencial	35	40	30
Salas de estar	40	45	35

Fonte: Adaptado NBR 10152 (2017).

Observa-se que a tabela traz referências associadas as variáveis intensidade e tempo de atuação do ruído para determinados ambientes.

O RL_{Aeq} (Nível de Pressão Sonora Equivalente em Ponderação A) é útil para avaliar o nível médio de ruído em uma determinada área ou local ao longo de um período de tempo, geralmente expresso em decibéis (dB), o RL_{ASmax} (Nível de Pressão Sonora Máximo em Ponderação A) é frequentemente usado para identificar e registrar picos de ruído, como ruídos de impacto ou eventos sonoros transitórios e o RL_{NC} (Nível de Pressão Sonora Contínuo Equivalente) é útil para avaliar o ruído de fundo contínuo, como o ruído de tráfego constante em uma área residencial.

Desta maneira pode-se prosseguir para os questionamentos que colaboram para a formulação geral do problema.

2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Considerando a problemática apresentada, alguns aspectos relevantes podem ser destacados:

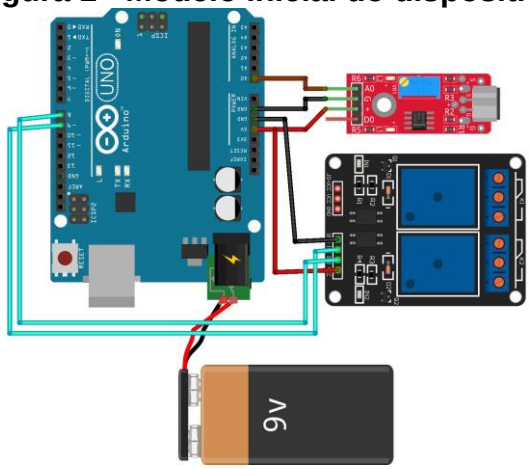
- Limiares inadequados de ruído podem acarretar danos à saúde;
- A intensidade e o tempo de atuação do ruído podem agravar tais danos;
- O bem-estar físico e psicológico das pessoas expostas diariamente a ambientes ruidosos podem ser otimizados através de protocolos de silêncio.

Desta maneira apresenta-se um dispositivo de baixo custo que seja capaz de monitorar ruídos e sinalizar quando limites pré-estabelecidos forem ultrapassados, contribuindo com ambientes que adotem a prática do silêncio.

2.3 MODELO INICIAL DO DISPOSITIVO

Foi desenvolvido um dispositivo de baixo custo composto por um microcontrolador, um sensor de ruído e um relé. Sua concepção visa oferecer de forma acessível uma solução básica, porém eficiente, para o monitoramento do nível de ruído em ambientes diversos que necessitam de silêncio, Figura 1. Como destacado, também é proposta do trabalho que o projeto desenvolvido apresente custo moderado, para possíveis aplicações. Desta maneira apresenta-se uma descrição básica de custos a fim de quantificar as versões de projeto, Tabela 2.

Figura 1 - Modelo inicial do dispositivo



Fonte: Autoria própria (Fritzing / v0.9.10, 2022).

Tabela 2 – Descrição básica de custos do modelo inicial

Produtos	Valor (R$)
Microcontrolador Arduino Uno R3	44,52
Módulo Sensor de Som KY-037	7,00
Módulo relé 2 canais 5v	18,80
Pilha Bateria Kendal 9v	9,90
Kit Jumper 20 cm MxM, MxF, FxF	17,00
Cabo adaptador alimentação	4,73
Total	**101,95**

Fonte: Adaptado Shopee (2023).

2.3.1 VERSÃO INICIAL DO PROTÓTIPO

A criação do protótipo visa testar e validar os conceitos teóricos, além de também ser a principal proposta de solução do presente artigo.

Como destacado, o objetivo inicial é de produzir um protótipo que monitore em tempo real o nível de intensidade sonora do ambiente em dB (decibéis, unidade utilizada para medir o nível de intensidade sonora), e sempre que esse nível ultrapassar os limiares pré-estabelecidos e tabelados pelas normas técnicas e regulamentadoras, como mostra a Tabela 1, ou regras particulares, e permanecer acima dele por um determinado período de tempo, o protótipo acionará um dispositivo através de um relé, ou sinalizará para serem realizadas ações de controle.

2.3.2 MATERIAIS UTILIZADOS

A Tabela 3 relaciona os materiais utilizados na versão inicial do protótipo, adicionando alguns componentes para análises em bancada, tais como LEDs, display e placa de ensaio. Os LEDs, bem como o display, foram utilizados para melhor compreensão visual do funcionamento do sensor, e a placa de ensaio para otimizar a montagem e testes no circuito.

Tabela 3 – Relação dos dispositivos utilizados no protótipo

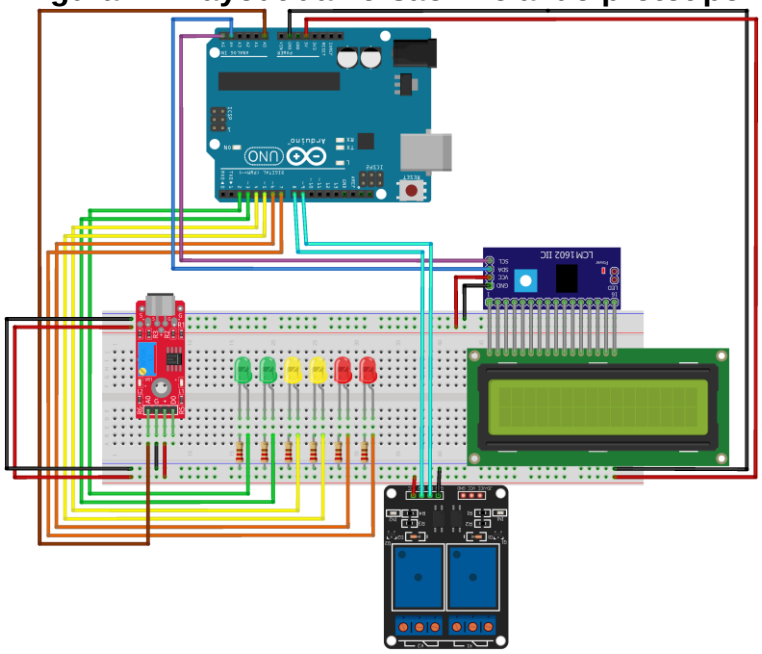
Dispositivos	Referência/Modelo	Quantidade
Microcontrolador	Arduino uno	1
Sensor de Som	KY-037	1
Display	LCD 1602A	1
LED Verde	5 mm	2
LED Amarelo	5 mm	2
LED Vermelho	5 mm	2
Módulo Serial	I2C/I2C	1
Resistor	220 Ω ± 5% 1/8 Watt	6
Placa de ensaio	Protoboard MB-102 830 furos	1
Módulo Relé	2 Canais 2PH63091A	1

Fonte: Autoria própria.

2.3.3 DIAGRAMA DE MONTAGEM E FOTOS REAIS DO PROJETO

O layout do circuito de bancada, na versão inicial do protótipo, apresenta-se na Figura 2.

Figura 2 – Layout da versão inicial do protótipo



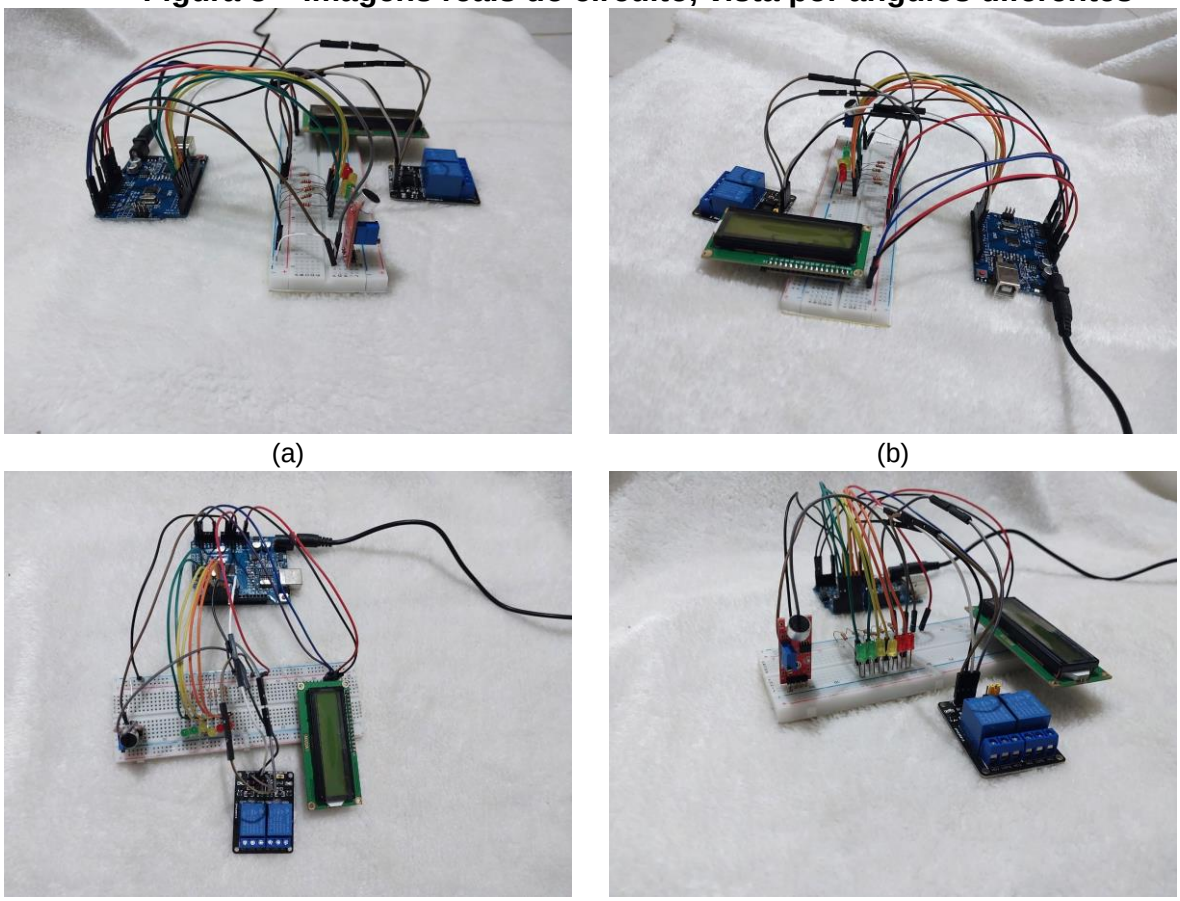
Fonte: Autoria própria (Fritzing / v0.9.10, 2022).

Os elementos utilizados no circuito, Figura 2, podem ser definidos dentro do projeto com as seguintes funções:

- Microcontrolador – Dispositivo que recebe o código de programação e, conforme programado, dá a função a cada componente conectado a ele;
- Sensor de Som – Faz a coleta do ruído no ambiente e envia as informações para o Arduino por uma saída analógica (não foi usada a saída digital);
- Display – Esse dispositivo recebe as informações enviadas pelo sensor e exibe, após passar por um processo de programação, o nível de intensidade sonora em dB;
- LEDs – Acende conforme o nível de intensidade sonora do ambiente lida pelo sensor, do verde ao vermelho, sendo os sinais verdes aceitáveis e os vermelhos sinais de alerta indicando que os limiares pré-estabelecidos não estão sendo respeitados;
- Módulo serial – Usado apenas para intermediar a comunicação do Display LCD com o Arduino e economizar portas digitais (não é obrigatório);
- Resistor – Um resistor para limitar a corrente em cada LED, no intuito de não danificar;
- Placa de Ensaio – Auxiliar nas conexões;
- Módulo Relé – Usado para ativar um sinalizador ou desativar um eletrodoméstico, caso o limite do ruído seja excedido por um determinado período de tempo.

A partir do layout apresentado, estabeleceu-se a primeira montagem para caracterização prática do sensor, Figura 3(a), Figura 3(b), Figura 3(c) e Figura 3(d).

Figura 3 – Imagens reais do circuito, vista por ângulos diferentes



(a) (b)

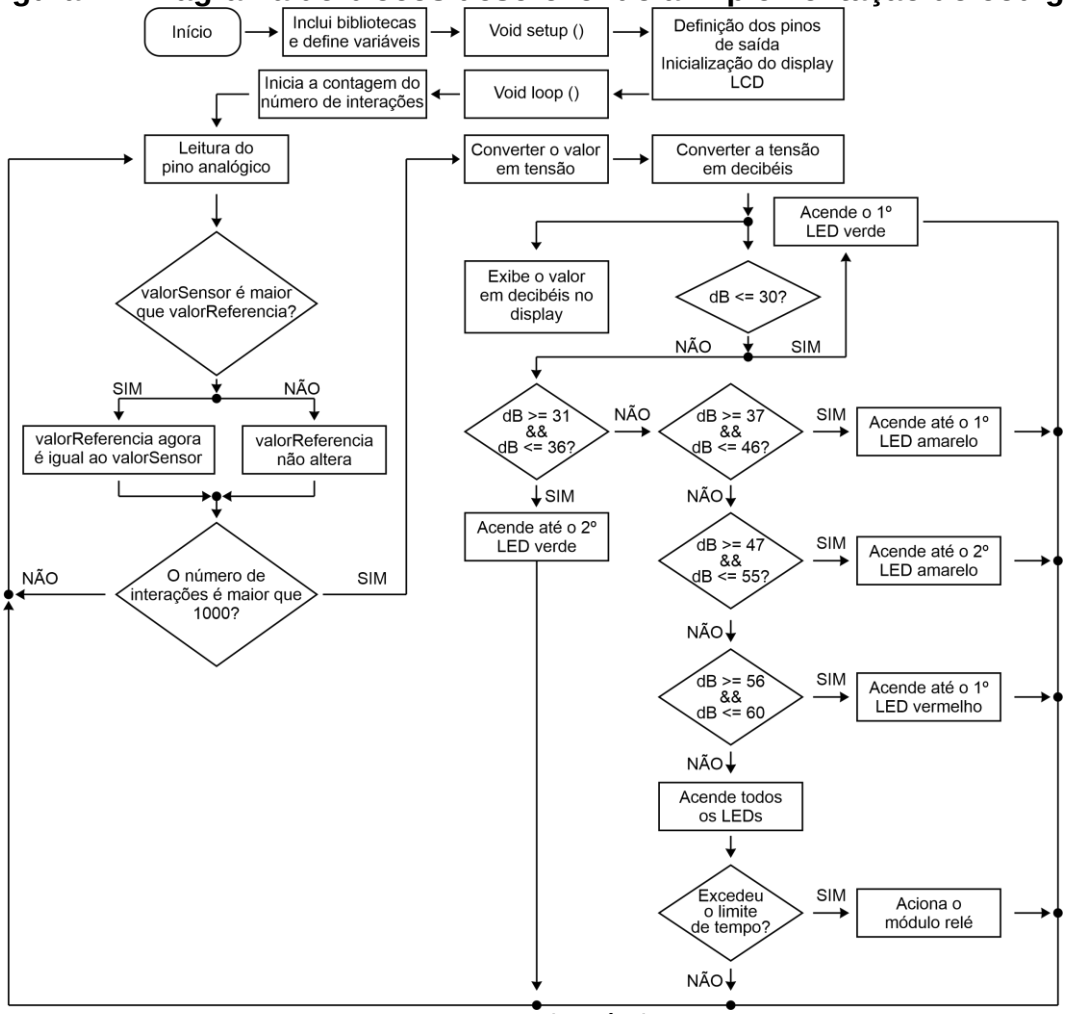
(c) (d)

Fonte: Autoria própria.

2.4 LÓGICA E PROGRAMAÇÃO

Por ser um dispositivo de fácil acesso, baixo custo e de simples manuseio, utilizou-se o Arduino como plataforma programável de prototipagem, desta maneira o código de programação, C++, é implementado utilizando a IDE do Arduino. A Figura 4 apresenta o diagrama de blocos com o intuito de descrever a lógica implementada no código.

Figura 4 – Diagrama de blocos descrevendo a implementação do código



Fonte: Autoria própria.

A implementação do código em sua versão inicial pode ser descrita basicamente da seguinte forma:

- Inclusão da biblioteca do módulo de comunicação I2C;
- Definição dos parâmetros do display LCD;
- Criação das variáveis utilizadas no código;
- A definição dos pinos de saída;
- A inicialização do display;
- Um comando para que quando o Arduino for conectado a fonte, a luz de fundo do display acenda e apresente a mensagem “MONITORAMENTO DE RUÍDO” por um tempo de 3,5 segundos, em seguida apagar a luz por 500 milissegundos e acender novamente com a mensagem “MONITORAMENTO [...] dB”. Vale ressaltar que nas reticências irá aparecer o nível de intensidade sonora, que é uma variável e com isso é necessário deixar um espaço para que conforme a variável altere no Void Loop (descrito no tópico 2.4.3) em decorrência à leitura que é feita no sensor de som, o display apresente em tempo real essa variação;
- Leitura do pino analógico: no pino analógico A0 é onde está conectado a saída analógica do módulo sensor de som, e recebe o nome de *pinAnalog*. Essa variável guarda toda a informação que está sendo lida pelo sensor;

- A primeira função que no Void Loop é um laço de repetição chamado *while*, que fará mil interações no loop, e a cada interação ele lê o valor que chega ao pino analógico, se esse valor for maior que o anterior ele guarda esse número maior, até que o número de interações seja igual a 1000, e então o contador reinicia o ciclo de contagem;
- Criação de uma nova variável para armazenar o novo valor anterior recebido, e por meio de uma regra de três simples é possível converter o valor analógico (de 0 a 1023), lido pelo sensor, em tensão (de 0v a 5v). Em seguida esse valor de tensão é armazenado em mais uma nova variável chamada de dB (que representa o nível de intensidade sonora no ambiente), para realizar a conversão de tensão em decibéis;
- O valor em dB, que é o nível de intensidade sonora, é impresso no display de LCD;
- Na parte dos condicionamentos, que são baseados nos parâmetros da Tabela 1 e adaptados para o projeto em questão, é utilizada uma lógica intuitiva e que depende apenas do valor contido na variável dB. Se o nível de intensidade sonora é baixo, ele irá acender um LED verde, à medida que esse nível vai subindo, os LEDs vão acendendo do verde ao vermelho, onde o verde é um nível aceitável de ruído, e o vermelho é um nível considerado prejudicial de ruído e excede ao limiar estabelecido para aquele ambiente especificamente.
- Por fim, se o limiar de ruído continuar excedido por um determinado tempo, o módulo relé é acionado ativando um sinalizador ou desativando algum eletrodoméstico (ar-condicionado, ventilador, lâmpada, etc.);

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos e as discussões relacionadas à aplicação do dispositivo de baixo custo em ambientes com protocolos de silêncio. Os resultados obtidos por meio da pesquisa e dos experimentos realizados no âmbito do monitoramento de ruído são analisados em relação aos objetivos estabelecidos e às abordagens adotadas.

As medições experimentais foram conduzidas em dois ambientes residenciais distintos: um dormitório e uma sala de estar.

No dormitório, que foi adaptado para servir como escritório e ambiente de estudo, o dispositivo de baixo custo foi instalado estrategicamente sobre uma escrivaninha. Essa localização foi escolhida por estar próxima aos ouvidos do usuário, ao mesmo tempo em que não interferia na realização de atividades no ambiente. Durante o experimento, foram identificados diferentes tipos de ruídos presentes no local, como o ruído contínuo gerado pelo funcionamento do motor do ventilador, e o ruído de fundo proveniente do som da televisão em outro cômodo da casa, tais ruídos geraram uma variação de 29 dB à 31 dB segundo a coleta do sensor.

Na sala de estar da residência, o dispositivo foi colocado sobre uma mesa de centro, posicionada entre a televisão e as pessoas expostas aos ruídos. Mais uma vez, durante o período experimental, diversos tipos de ruídos puderam ser observados. Isso inclui o ruído contínuo resultante da combinação do som da televisão e do motor do ventilador, o ruído intermitente causado pelos motores dos veículos que passavam pela avenida em frente ao apartamento, e ruídos de fundo originados por pessoas falando na rua, além de músicas tocadas em um estabelecimento comercial próximo à residência, tais ruídos geraram uma variação de 33 dB à 36 dB.

Os valores coletados em ambos os ambientes utilizados para a experiência podem ser consultados na Tabela 4.

Tabela 4 – Comparativo dos valores pré-estabelecidos pela NBR 10152 com os coletados no experimento

Ambientes	Ruído periódico *(dB)*	Ruído impulsivo *(dB)*	Ruído contínuo *(dB)*	Valores coletados *(dB)*
Residências				
Dormitório residencial	35	40	30	29 ~ 45
Salas de estar	40	45	35	33 ~ 36

Fonte: Autoria própria.

No período de análise do dormitório residencial, em torno de 20 minutos, foram identificados ruídos contínuos, para estes casos os valores coletados variaram entre 29 dB e 31 dB. O protótipo foi submetido ao ruído impulsivo através de palmas, obtendo um novo limiar na ordem de 45 dB, valores estes coerentes com aqueles previstos na NBR 10152.

Para a sala de estar, durante um período de análise também de aproximadamente 20 minutos, foram identificados ruídos contínuos e periódicos, cujos valores coletados variaram entre 33 dB e 36 dB.

De maneira geral, o dispositivo de baixo custo funcionou de forma eficiente principalmente para ruídos emitidos em um raio de até 3 metros de distância, acionando os LEDs de acordo com o nível de intensidade sonora e exibindo os valores em decibéis no display de LCD.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foram abordados os diferentes tipos de ruído e os impactos negativos que a exposição prolongada a níveis elevados de ruído pode causar na saúde e bem-estar das pessoas, com o objetivo de desenvolver um dispositivo de baixo custo para monitorar e controlar o ruído em ambientes que seguem os protocolos de silêncio.

Os resultados e discussões apresentados mostram a eficiência do dispositivo em lidar com ruídos indesejados. Ao realizar experimentos em ambientes residenciais, foi possível identificar diferentes tipos de ruído presentes. O dispositivo demonstrou melhor desempenho principalmente para distâncias inferiores a 3 metros.

Com base nos resultados obtidos, a aplicação do dispositivo de baixo custo em ambientes com protocolos de silêncio pode oferecer benefícios significativos. Em locais como salas de aula, hospitais e espaços de meditação, onde o silêncio é necessário para a concentração, segurança e relaxamento, respectivamente, o dispositivo pode auxiliar no monitoramento contínuo do ruído e no cumprimento dos parâmetros estabelecidos pelas normas regulamentadas ou pelos protocolos particulares.

Em conclusão, os resultados obtidos demonstraram bom desempenho do dispositivo na detecção e monitoramento dos ruídos, proporcionando uma ferramenta acessível para garantir a conformidade com os padrões de silêncio estabelecidos. Ao fornecer informações em tempo real sobre os níveis de ruído, o dispositivo permite a

identificação de possíveis violações aos protocolos de silêncio, possibilitando a tomada de medidas corretivas imediatas.

Por fim, este trabalho contribui para a conscientização sobre os efeitos negativos do ruído e oferece uma abordagem prática e econômica para lidar com esse problema. A implementação do dispositivo de baixo custo em ambientes com protocolos de silêncio pode ser uma medida efetiva na promoção de espaços mais tranquilos, confortáveis e propícios ao bem-estar das pessoas.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: Acústica: Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro. 2017.

CATTO, Jucelma Avanzi. **Segurança e Saúde ocupacional:** A prevenção do ruído. IFES - Instituto Federal do Espírito Santo, novembro de 2021.

Fritzing: Eletrônica Facilitada. Versão 0.9.10. 2022. Disponível em: <https://fritzing.org/download/>. Acesso em: 04 de Junho de 2023.

HELERBROCK, Rafael. Intensidade do som. **Mundo Educação – UOL**, 2019. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/velocidade-intensidade-som.htm>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

OMS considera a poluição sonora, um problema de saúde pública. **ProAcústica | Associação Brasileira para a Qualidade Acústica**, 2014. Disponível em: <https://www.proacustica.org.br/publicacoes/reportagens/oms-considera-poluicao-sonora-problema-de-saude-publica/>. Acesso em: 13 de junho de 2023.

POQUIVIQUI, Elidiane. UFPB realiza I Semana de Conscientização do ruído, de 26 a 29 de abril. **UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB**, 2022. Disponível em: <https://www.ufpb.br/ufpb/contents/noticias/ufpb-realiza-i-semana-de-conscientizacao-do-ruido-de-26-a-29-de-abril>. Acesso em: 13 de junho de 2023.

RAMOS, Bruno Eugênio. **Avaliação do ruído ambiental e ocupacional em uma fábrica de papel Kraft extensível**. 2013. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – UTFPR, Curitiba, 2013.

RIVEIRO, Verônica Fontoura Mendes. **Ruído e suas consequências para o adoecimento:** uma revisão integrativa de literatura. 2010. TCC (Graduação em Enfermagem) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SANTOS, Lucas Saliba. **Metodologia de caracterização e análise da poluição sonora para fins de planejamento urbano**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

SILVA, Kadu Gibran. **Estudo do impacto sonoro no uso de drone em campo livre**. 2022. Monografia (Bacharel em Engenharia Física) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2022.

Tipos de Ruído. **Os tipos De**, 2019. Disponível em: <https://www.ostiposde.com/tipos-de-ruido/>. Acesso em: 03 de junho de 2023.