



## ARDUINO: UMA SOLUÇÃO SIMPLES E ECONÔMICA PARA ELETRIFICAR BATERIAS ACÚSTICAS

ARDUINO: A SIMPLE AND AFFORDABLE SOLUTION FOR ELECTRIFYING ACOUSTIC DRUMS

ARDUINO: UNA SOLUCIÓN SIMPLE Y ECONÓMICA PARA ELECTRIFICAR BATERÍAS ACÚSTICAS

Vinicius Souza Costa <sup>1\*</sup>, Haniel Taynã Pedreira de Oliveira <sup>2</sup>, José Wilson Passos dos Santos Júnior <sup>3</sup>,  
& Luan Diego de Lima Pereira <sup>4</sup>

<sup>1 2 3 4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Feira de Santana

<sup>1\*</sup> [vini\\_souzza@hotmail.com](mailto:vini_souzza@hotmail.com) <sup>2</sup> [hanielpedreira@gmail.com](mailto:hanielpedreira@gmail.com) <sup>3</sup> [junio2063@gmail.com](mailto:junio2063@gmail.com) <sup>4</sup> [luan.diego@ifba.edu.br](mailto:luan.diego@ifba.edu.br)

### ARTIGO INFO.

Recebido: 29.02.2024

Aprovado: 20.05.2024

Disponibilizado: 08.06.2024

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletrificação, Arduino, Qualidade sonora, Inovação tecnológica.

**KEYWORDS:** *Electrification, Arduino, Sound quality, Technological innovation*

**PALABRAS CLAVE:** *Electrificación, Arduino, Calidad de sonido, Innovación tecnológica.*

\*Autor Correspondente: Vinicius, S. C.

### RESUMO

Este estudo aborda a eletrificação de baterias acústicas, utilizando o Arduino como uma solução de baixo custo e eficaz para aprimorar as capacidades sonoras desses instrumentos. A metodologia envolve a incorporação estratégica de sensores piezoelétricos nas diversas peças da bateria, convertendo as vibrações mecânicas em sinais elétricos. Os sinais processados pelo Arduino são encaminhados para um software dedicado, permitindo a emulação precisa dos sons associados a cada componente. A escolha do Arduino é respaldada por sua versatilidade, acessibilidade e curva de aprendizado amigável. A implementação proporciona melhorias substanciais na qualidade sonora, flexibilidade para ajustes personalizados, controle refinado da performance e redução do ruído ambiente. Este estudo destaca avanços tecnológicos no campo musical, ressaltando a importância de soluções inovadoras e acessíveis, contribuindo para a democratização do acesso à tecnologia em diferentes domínios de aplicação.

### ABSTRACT

This study focuses on the electrification of acoustic drums, adopting Arduino as a cost-effective and efficient solution to enhance the sonic capabilities of these instruments. The electrification process involves the strategic incorporation of piezoelectric sensors into various drum components, converting mechanical vibrations from drumstick contact into electrical signals. These signals, processed by Arduino, are then directed to dedicated Software, enabling precise emulation of the sounds associated with each drum component. The choice of Arduino as an electronic prototyping platform is supported by its versatility, financial accessibility, and user-friendly learning curve. The implementation of this approach brings substantial improvements, including a notable optimization in the drum's sound quality, flexibility for custom sound adjustments, providing musicians with refined control over their performance, and reducing ambient noise, expanding possibilities for performances in diverse contexts. This study not only highlights technological advancements in the musical field but also underscores the importance of innovative and economically accessible solutions, contributing to the democratization of technology access across various application domains.

### RESUMEN

Este estudio aborda la electrificación de baterías acústicas, utilizando Arduino como una solución de bajo costo y eficaz para aprovechar las capacidades sonoras de los instrumentos. Una metodología implica una incorporación estratégica de sensores piezoeléctricos en diversas piezas de la batería, convirtiéndose en vibraciones mecánicas en señales eléctricas. Los procesadores sinais de Arduino se encaminan a un software dedicado, lo que permite emular dos hijos asociados a cada componente. La escuela de Arduino está respaldada por su versatilidad, accesibilidad y curvatura de aprendizaje amigable. La implementación proporciona mejoras sustanciales en la calidad sonora, flexibilidad para ajustes personalizados, control refinado del rendimiento y reducción del ruido ambiental. Este estudio destaca avances tecnológicos en el campo musical, ressaltando la importancia de soluciones innovadoras y accesorias, contribuyendo para la democratización del acceso a la tecnología en diferentes dominios de aplicaciones.

## INTRODUÇÃO

As baterias podem ser do tipo acústica, que produzem som através da vibração física das peles e dos pratos quando são tocados com baquetas, ou eletrônicas, que utilizam *pads* (discos) sensíveis à velocidade que geram sinais eletrônicos quando tocados, cujo objetivo é simular os sons que são produzidos pela bateria acústica.

Com o desenvolvimento tecnológico e o surgimento de novos dispositivos eletrônicos, ampliou-se as possibilidades de comunicação entre intérpretes e eletrônicos, com destaque para a interação em tempo real, na qual existe a possibilidade de os sons produzidos pelos instrumentos serem modificados em tempo real e também que se crie estruturas sonoras controladas por computadores, sem necessariamente depender do som produzido pelo instrumento (Traldi, 2007). Portanto, além da existência de instrumentos eletrônicos, é possível modificar ou expandir os instrumentos acústicos por meio do acréscimo de meios eletrônicos. Os instrumentos criados ou adaptados para incorporar sensores eletrônicos, conectados a computadores, responsáveis por controlar a geração ou modificação dos sons produzidos são chamados de hiperinstrumentos, termo criado por Tod Machover em 1986 (Ferreira, 2017).

Na produção musical, enfrenta-se o desafio de simular com precisão os timbres de uma bateria acústica em ambientes controlados e silenciosos. Muitos músicos enfrentam dificuldades ao praticar ou gravar em espaços sensíveis ao ruído, onde uma bateria acústica pode ser impraticável devido ao seu volume.

Existem no mercado algumas tecnologias que oferecem soluções para essa problemática, transformando a bateria acústica em eletrônica instantaneamente, porém o investimento ainda é alto para o que é proposto. Atualmente, a fabricante Roland comercializa o modelo TM 1 - RT 30K por R\$1.528,20, enquanto a fabricante Yamaha comercializa o modelo EAD 10 por R\$5.100,00.

O presente artigo propõe o desenvolvimento de uma solução de baixo custo, através da integração de sensores analógicos com a plataforma de prototipagem Arduino e uso de *softwares open source*, capaz de captar e simular as vibrações de uma bateria acústica, bem como oferecer uma solução silenciosa e discreta para a prática musical.

## METODOLOGIA

Este trabalho utiliza sensores piezoelétricos para captar as vibrações de uma bateria acústica, transformando-as em sinais elétricos e controlando com a plataforma de prototipagem Arduino e posterior processamento em *softwares* livres. Existem na literatura poucos trabalhos que associam os processos de interação nas baterias com mediação tecnológica. Os trabalhos de Sant'Ana (2021) e Oliveira et al. (2021) embasaram esta pesquisa.

A eletrificação da bateria acústica através da integração de sensores piezoelétricos é uma inovação tecnológica que amplia as possibilidades musicais do instrumento e facilita sua integração com outros instrumentos e sistemas de sonorização. Os sensores piezoelétricos são compostos por cristais cerâmicos nos quais placas metálicas são conectadas, resultando

na modificação de suas propriedades quando uma força é exercida sobre eles (Jordan & Ounaies, 2001).

O dispositivo composto pelos sensores piezoelétricos que pode ser acoplado nos *pads* é chamado de *trigger*.

A prototipação da eletrificação utilizou os seguintes componentes:

- Arduino Uno
- Piezoelétrico 27mm - 01 para cada *pad* (caso o *pad* seja *dual zone*, usa-se dois piezos).
- *Trigger* para cada parte da bateria.

Na parte lógica, foram utilizados os seguintes *softwares*:

- *LoopMidi*
- *Asio4all*
- *Addctive drums*
- *Arduino IDE*
- *MicroMegaDrum*

Para a integração física dos sensores piezoelétricos à estrutura da bateria, os *triggers* foram modelados e impressos em uma impressora 3D e posteriormente acoplados no tambor com precisão e estabilidade (Figura 1).

**Figura 1.** Modelo 3D do *trigger*, sua impressão e fixação ao tambor



Fonte: Autores (2024).

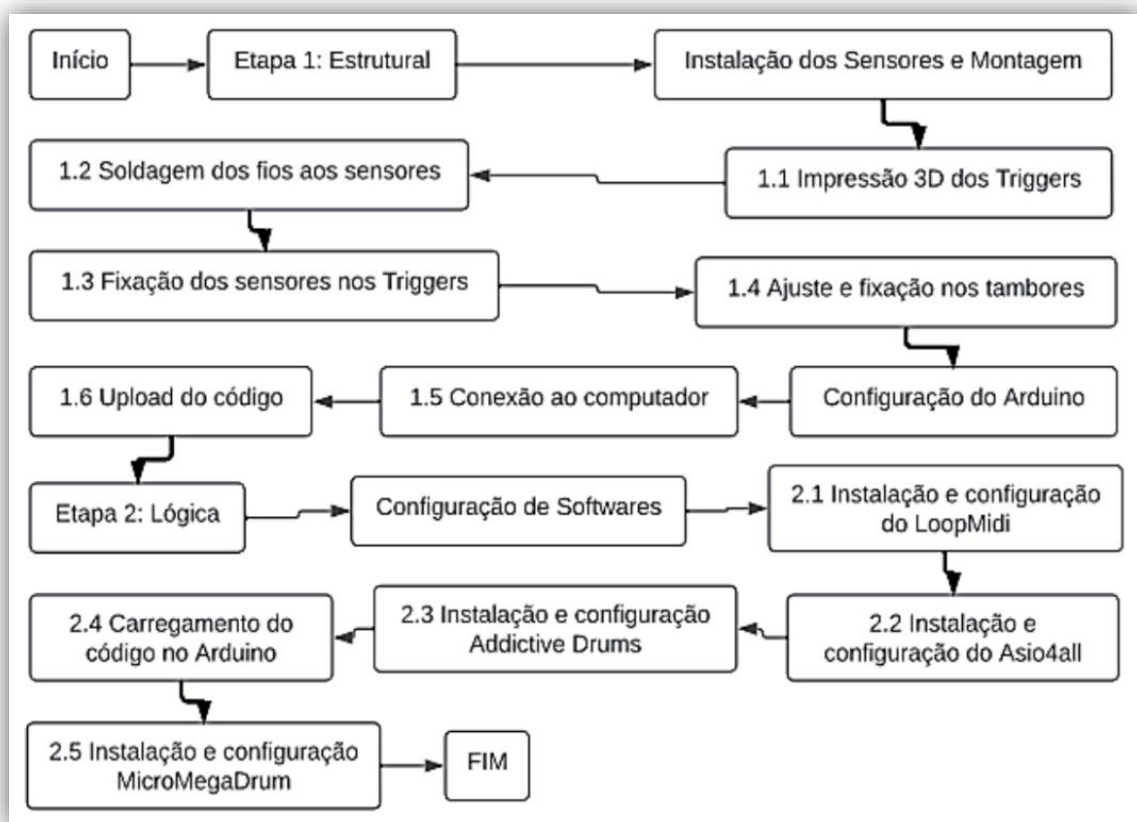
O *trigger* foi projetado visando minimizar a interferência na vibração natural do tambor, e a posição foi definida através de análise modal da estrutura do tambor para otimizar a captação das vibrações.

Após a integração física, é realizada a medição dos sinais elétricos gerados pelo sensor sob diferentes condições de excitação, seguida da análise e cálculo da sensibilidade, linearidade e resposta em frequência do sistema, através do Arduino uno, que é uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto que pode ser usada para controlar uma ampla variedade de dispositivos eletrônicos. O Arduino é programado em seu ambiente de desenvolvimento *IDE* (*Integrated Development Environment*), o qual fornece uma interface gráfica simples para escrever, compilar e fazer o *upload* de código para o *hardware*.

O desempenho do sistema de sensoriamento pode ser otimizado ajustando seus parâmetros, como o posicionamento do sensor, pré-amplificação e outros. O ajuste fino da posição do sensor maximiza a sensibilidade e minimiza a interferência na vibração natural do tambor. Assim como a implementação de um pré-amplificador aumenta a amplitude do sinal elétrico e melhora a relação sinal-ruído.

A Figura 2 ilustra o fluxograma de funcionamento da solução proposta, desde a parte física (Etapa 1) até a lógica (Etapa 2), através dos *softwares* utilizados.

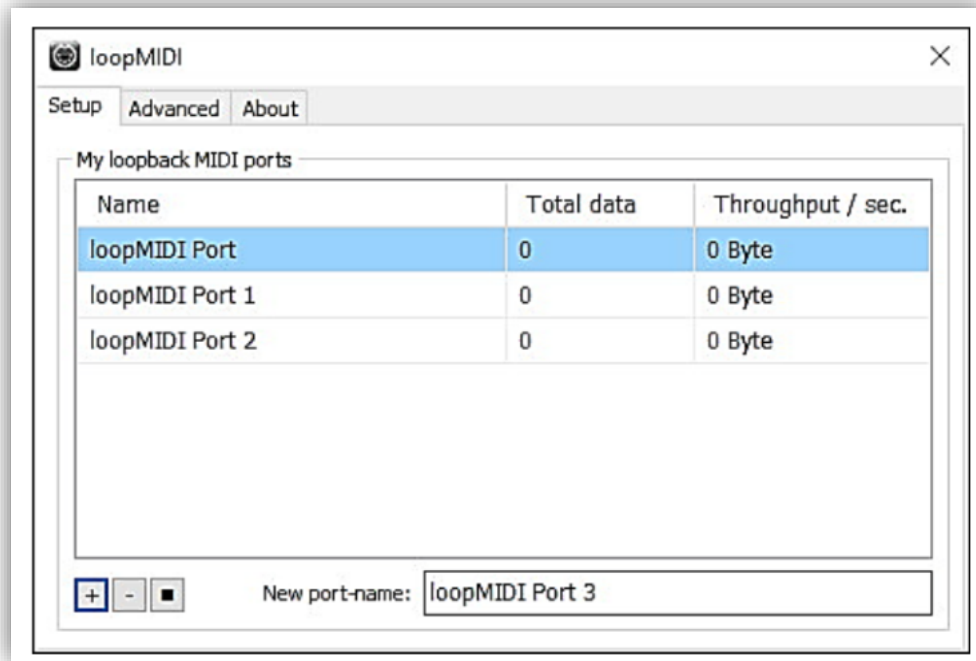
**Figura 2.** Fluxograma que representa a etapas dos *softwares* utilizados



Fonte: Autores (2024).

O sinal captado pelo piezoelétrico é processado pelo Arduino, o qual retorna uma saída para o *software LoopMidi*, responsável por criar portas *MIDI* (*Musical Instrument Digital Interface*) virtuais no seu sistema operacional. Isso possibilita a comunicação *MIDI* entre diferentes aplicativos e dispositivos conectados ao computador. O *software* foi utilizado para emular uma entrada *USB* (*Universal Serial Bus*) como uma entrada do tipo *MIDI* (Figura 3).

Figura 3. Interface do *LoopMIDI* com as configurações utilizadas nos testes



Fonte: Autores (2024).

Para otimizar a comunicação entre *software* e *hardware* de áudio, foi utilizado *driver* de baixa latência *Asio4all* (*Audio Stream Input/Output for All*). Essa ferramenta emula o ambiente *ASIO*, proporcionando funcionalidade a *DAWs* (*Digital Audio Workstation*) e resolvendo problemas de latência, sendo independente de *hardware*, assim como o *ASIO*.

O *DAW* é um *software* ou sistema de *software* e *hardware* utilizado para a gravação, edição e produção de áudio digital. *DAWs* são amplamente utilizadas na produção musical, na gravação de músicas, na criação de trilhas sonoras, na produção de podcasts e em diversas outras aplicações relacionadas ao áudio digital. Exemplos populares de *DAWs* incluem o *Ableton Live*, *Pro Tools*, *Logic Pro*, *FL Studio*, *Cubase*, *GarageBand* e *Reaper*, entre outros. Cada *DAW* tem suas próprias características e interfaces, atendendo a diferentes necessidades e preferências de usuários.

Para a aplicação deste trabalho foi utilizado o *software* de produção musical *Addictive Drums*, que se trata de uma biblioteca de sons de bateria virtual. Ele fornece uma ampla variedade de kits de bateria e ferramentas de edição, permitindo que os usuários criem ritmos realistas e personalizados para suas produções musicais. O uso desse *software* é responsável por dar sons de bateria aos impulsos captados pelo piezoelétrico.



Por fim, foi utilizado o *MicroMegaDrum*, que se trata de um projeto de *hardware* e *software* que oferece uma solução de bateria eletrônica *DIY (Do It Yourself)*. Ele inclui um controlador de bateria eletrônica que pode ser montado e programado pelos usuários. O *software* associado permite a personalização dos sons, a configuração de *pads* e outras opções relacionadas à bateria eletrônica. Com ele foi possível regular adequadamente a intensidade dos piezoelétricos, assim como o tempo de resposta da baqueta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar os testes da eletrificação da bateria, os *triggers* com os piezoelétricos foram fixados no tambor da bateria e conectados ao Arduino para processamento e interação com os softwares utilizados nesse projeto, conforme mostra a Figura 4.

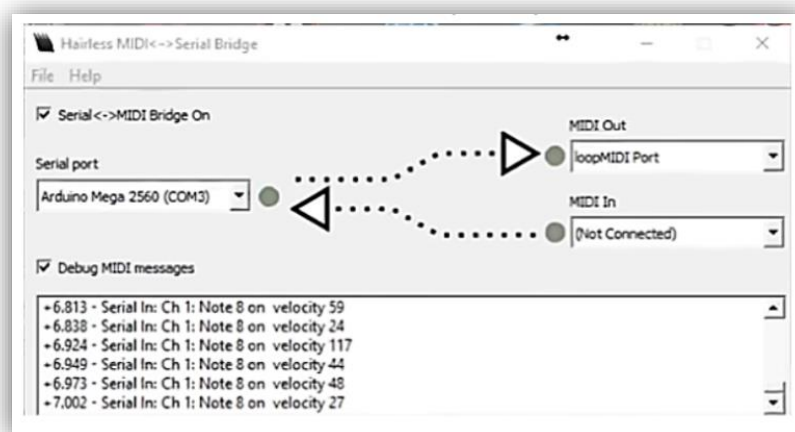
Figura 4. Eletrificação de bateria com Arduino e sensor piezoelétrico



Fonte: Autores (2024).

Os *triggers* com os piezoelétricos captam as batidas e as transformam em sinais elétricos que são tratados pelo Arduino e transmitidos para o *software MIDI* através da porta serial, conforme mostra a Figura 5. O *LoopMIDI* foi configurado como saída, obtendo o sinal sonoro.

Figura 5. Configuração utilizada do *software MIDI* e suas portas virtuais



Fonte: Autores (2024).

Foi observado que o sinal sonoro recebido estava com pequenos atrasos com relação às batidas, necessitando de ajustes nas configurações de áudio através do driver *ASIO*, conforme mostra Figura 6.

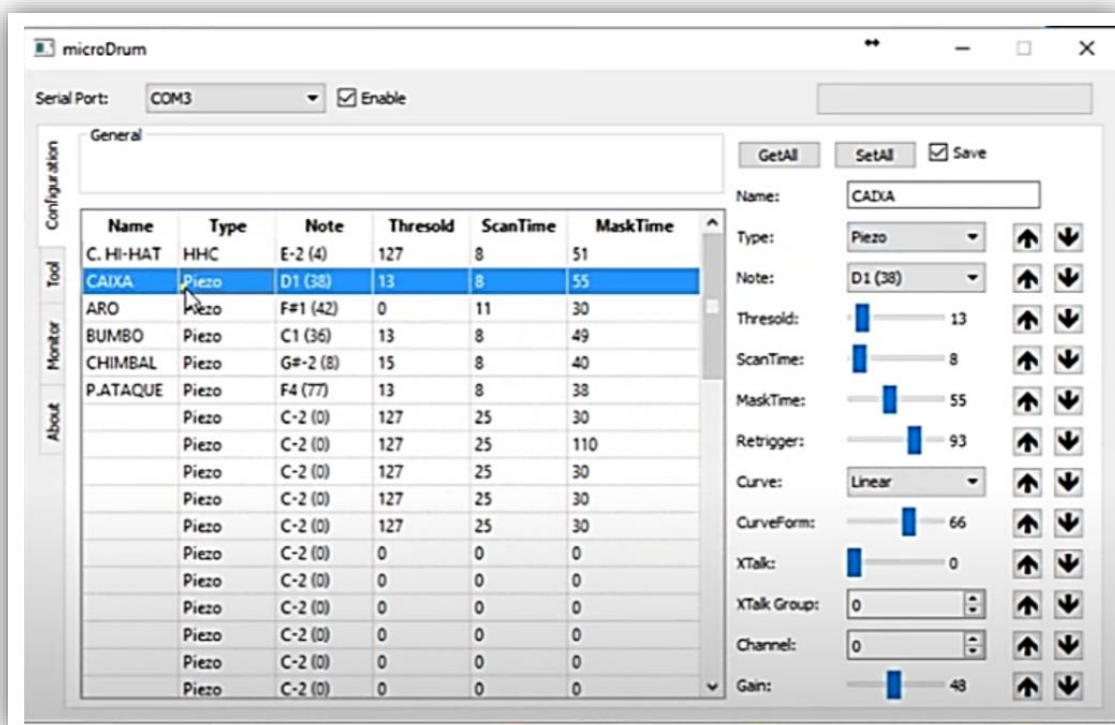
**Figura 6.** Configuração de interface de áudio com o *ASIO*, valores definidos através do *feedback* de áudio



Fonte: Autores (2024).

Por fim, a sensibilidade do instrumento foi calibrada pelo *software MicroDum*, conforme mostrado na Figura 7, com a definição do tipo de instrumento que o sensor está captando.

**Figura 7.** Configuração do *MicroDum* utilizada baseada na sensibilidade retornada



Fonte: Autores (2024).

Para a correta calibragem, é necessário atentar-se às configurações do *software*. No campo "Type", é necessário selecionar o sensor do tipo Piezo. No campo "Note", foi selecionada a nota musical D1, que se aproxima melhor do som de um tambor. Na barra denominada "Threshold", o valor inicialmente definido foi 110, no entanto, observou-se que o sensor perdia sua sensibilidade, não captando as batidas mais leves. Após uma série de testes, chegou-se ao valor 11, que proporcionou uma melhor resposta sonora.

No campo "ScanTime", que se refere ao tempo de leitura, o valor 127 resultou em um atraso perceptível entre a batida e o som produzido pelo computador. Para tornar esse tempo de leitura mais preciso, ajustou-se o valor para 8, reduzindo assim o atraso na leitura sonora.

Na barra "MaskTime", ao selecionar o valor de 127, notou-se que o sensor não reconhecia batidas com intervalos de repetição curtos. Por exemplo, ao bater com duas baquetas, apenas uma era reconhecida. Ao ajustar o valor para 4, ocorria um efeito conhecido como "Retrieve", onde a mesma nota era produzida duas vezes quando se batia com uma única baqueta. Portanto, optou-se pelo valor 55, que eliminou esse efeito e permitiu o reconhecimento adequado das duas baquetas.

A função "Retrigger" é configurada analogamente à "MaskTime". O "CurveForm" atua como um limitador de notas. Ao diminuir seu valor, notou-se que as notas mais altas, ou seja, as produzidas por batidas mais fortes, tinham os mesmos valores das notas mais baixas. Ao aumentar o "CurveForm", este limite foi removido. Por fim, a função "Gain" configura-se analogamente à "CurveForm".

A calibração final dos parâmetros garantiu uma resposta precisa e dinâmica aos estímulos percussivos, alcançando os objetivos almejados de obter uma solução de baixo custo capaz de captar e simular as vibrações de uma bateria acústica, bem como oferecer uma solução silenciosa e discreta para a prática musical, contribuindo para uma experiência musical adaptada às preferências individuais e às características específicas da bateria.

A solução pode ser considerada de baixo custo, uma vez que os *softwares* utilizados são de uso livre e os hardwares são baratos. O Arduino uno está custando atualmente em média R\$50,00, enquanto os piezoelétricos custam em torno de R\$3,00 a unidade. O material utilizado para realizar a impressão 3D do trigger não contribui significativamente ao custo final, uma vez que o preço do kg é em média R\$100,00, e cada *trigger* pesa apenas 10g, aproximadamente.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao integrar de maneira sinérgica os aspectos físicos e lógicos é possível obter uma bateria eletrônica personalizada, que não apenas mantém a essência percussiva da bateria acústica, mas também abre portas para a experimentação sonora e a expressividade artística. A implementação desta solução resulta em melhora no som da bateria, aumento na versatilidade do instrumento e redução do ruído ambiente.



Este trabalho traz como principal contribuição uma proposta de solução de baixo custo para uma aplicação que já existe no mercado, porém com preços exorbitantes, ressaltando a importância de soluções inovadoras e acessíveis, contribuindo para a democratização do acesso à tecnologia em diferentes domínios de aplicação.

Também é possível vislumbrar uma contribuição acadêmica, tendo em vista a escassez de trabalhos que associam a performance de diferentes tipos de processos de interação da bateria com mediação tecnológica.

Como trabalhos futuros, propõem-se uma comparação técnica entre a solução proposta e as tecnologias já existentes no mercado.

---

## REFERÊNCIAS

- Ferreira, T. de S. (2017). Exploração tímbrica na bateria em improvisações livres e composições semi-abertas. Dissertação (Mestrado em Música) - *Universidade Federal de Uberlândia*, Uberlândia, 2017. <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2017.468>
- Jordan, T. I. & Ounaies, Z. (2001). Piezoelectric Ceramics Characterization. Hampton: *Universities Space Research Association*, NASA/CR-2001-211225. ICASE Report No. 2001-28.
- Oliveira, V. S. P. P., Monjardim E. J. Z., & Galgano, G. D. (2022). Interação entre sensores piezoelétricos e microcontroladores para confecção de um tambor eletrônico MIDI. *XI Encontro Científico de Física Aplicada*. 118-121. <http://doi.org/10.5151/xiecfa-Oliveira>
- Sant'Ana, S. P. C. D. L. (2021). Novos caminhos para a performance da bateria mediada por interfaces tecnológicas. Dissertação de Mestrado. *UFRN*.
- Traldi, C. A. (2007). Interpretação Mediada & Interfaces Tecnológicas para Percussão. Dissertação (Mestrado) – *Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP*, Campinas, 2007.
-