



## MODULAÇÃO SONORA: CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA EXPRESSÃO MUSICAL CONTEMPORÂNEA

Matheus Guimarães Soares<sup>1</sup>; Helix Eduardo Pereira<sup>2</sup>; Luiz Henrique de Souza Ferreira<sup>3</sup>; Chrisley Bruno Ribeiro Camargos<sup>4</sup>; Marco Antônio Silva Pereira<sup>5</sup>

1 Matheus Guimarães Soares, Bolsista (IFMG), Curso: Engenharia Elétrica, IFMG Campus Formiga, Formiga - MG; [matheus.gsoaresbob@gmail.com](mailto:matheus.gsoaresbob@gmail.com)

2 Helix Eduardo Pereira, Curso: Engenharia Elétrica, IFMG Campus Formiga, Formiga - MG

3 Luiz Henrique de Souza Ferreira, Curso: Engenharia Elétrica, IFMG Campus Formiga, Formiga - MG

4 Orientador: Chrisley Bruno Ribeiro Camargos, IFMG - Campus Formiga; [chrisley.camargos@ifmg.edu.br](mailto:chrisley.camargos@ifmg.edu.br)

5 Coorientador: Marco Antônio Silva Pereira, IFMG - Campus Formiga; [marco.silva@ifmg.edu.br](mailto:marco.silva@ifmg.edu.br)

### RESUMO

Neste resumo expandido trazemos alguns resultados iniciais de um projeto de pesquisa que envolve a construção de instrumentos musicais eletroacústicos e eletrônicos para expressão de trechos musicais pautados na vertente musical contemporânea. Trata-se de um projeto de pesquisa desenvolvido por membros do Grupo de Pesquisa: Núcleo Institucional de Nova Tecnologias Aplicadas ao Ensino (NINTAE) do IFMG - Campus Formiga. No decorrer da pesquisa, foram realizados estudos iniciais sobre conceitos associados à música, em especial a denominada música contemporânea que, diferente da música clássica ou tradicional, utiliza elementos inovadores e experimentais para refletir as preferências musicais da sociedade atual. Para alcançar os objetivos propostos no projeto, foram analisadas formas de se aliar saberes de maneira interdisciplinar, envolvendo matemática, engenharia e música, assim, inicialmente implementando estratégias para a construção de dois instrumentos eletroacústicos, e, em seguida, desenvolver-se um instrumento eletrônico, buscando trabalhar formas de manipulação dos sons produzidos por tais instrumentos, ao término da construção dos mesmos. Durante a construção dos primeiros instrumentos musicais, foram relacionadas diferentes áreas do conhecimento, como a matemática e a engenharia, mediante o desenvolvimento da parte estrutural e eletrônica dos instrumentos eletroacústicos. Também está sendo realizado um levantamento bibliográfico acerca dos fundamentos básicos da música, sobre música contemporânea, música eletroacústica e manipulação sonora. As fases de construção dos instrumentos musicais têm apoio do Laboratório de Inovação, Criatividade e Empreendedorismo Universitário - LICEU *LabMaker*, o qual possui equipamentos e ferramentas que apoiam a cultura *maker*, tais como cortadora a laser e impressoras 3D. Foram pesquisados e construídos dois instrumentos baseados na cultura africana, denominados Kalimbas, que estão na fase de eletrificação. Em seguida há uma projeção para construir-se um Teclado Eletrônico utilizando técnicas da Engenharia Elétrica e conhecimento do software Arduino. Por fim, espera-se disseminar os resultados do projeto em eventos envolvendo as diferentes áreas de atuação no *Campus* Formiga do IFMG, explorando a interseção entre tecnologia, música e arte.

**PALAVRAS CHAVES:** Instrumento, eletrificação, música.

### INTRODUÇÃO:

Uma das principais preocupações dos educadores da atualidade consiste na necessidade de repensar e atualizar os conteúdos escolares, a fim de adequá-los às demandas da sociedade atual e alinhá-los aos avanços tecnológicos. Este esforço de (re)significação dos conteúdos é essencial para garantir uma aprendizagem eficaz e significativa para os estudantes. Segundo a Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), a efetiva aprendizagem dos conteúdos curriculares requer uma série de decisões e ações por parte dos educadores. Isso inclui a contextualização dos conteúdos, identificando estratégias para apresentá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los relevantes, levando em consideração o contexto local e temporal dos estudantes.



Além disso, a BNCC destaca a importância da abordagem interdisciplinar dos componentes curriculares, bem como o fortalecimento das competências pedagógicas das equipes escolares. Isso implica adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas na gestão do ensino e da aprendizagem. Outro aspecto relevante é a utilização de recursos de apoio didático e tecnológico, visando tornar o processo mais envolvente e eficaz.

Pensando nisso, além das diretrizes da BNCC, com este projeto promove-se a integração de atividades interdisciplinares e o estímulo à “cultura *maker*”, que é um movimento contemporâneo que promove a criatividade, inovação e aprendizado prático através da criação e compartilhamento de projetos caracterizados pela metodologia do “faça você mesmo” (do inglês: *do it yourself*), enfatizando a ideia de que qualquer pessoa pode ser um criador e um inovador, encorajando a experimentação, o trabalho colaborativo e a solução de problemas de forma criativa (DUQUE *et al.*, 2023).

Com objetivo de construir instrumentos musicais eletroacústico e eletrônicos, tem como base a vertente musical contemporânea e a cultura *maker*, esse projeto se enquadra como um desenvolvedor de ações interdisciplinares, permitindo que os estudantes envolvidos possam entender relações entre diferentes áreas como a engenharia, a matemática e a música. Ao se trabalhar na construção desses instrumentos, pode-se, por exemplo, aplicar conceitos matemáticos no projeto e cálculo de grandezas associadas às suas dimensões. A engenharia, por outro lado, se envolve na confecção das estruturas físicas e circuitos eletrônicos, utilizando técnicas de *design* e construção. Por fim, a música contemporânea guia o processo criativo, inspirando inovações sonoras e experimentações que refletem as tendências atuais da música, que não se restringem às regras tradicionais da música que envolvem leitura, alturas definidas e treinamento (KOELLREUTTER, 1997).

Essa abordagem interdisciplinar não só enriquece a aprendizagem dos alunos, mas também os prepara para enfrentar desafios do mundo real, incentivando a criatividade, a capacidade de resolução de problemas e a colaboração entre os estudantes envolvidos no projeto.

## METODOLOGIA:

Esse projeto é a continuação de um projeto de pesquisa em que foram desenvolvidos dois instrumentos musicais: uma harpa eletroacústica e uma harpa fotônica (criada com lasers e sensores LDRs). Assim alguns membros da equipe já possuem experiência com o desenvolvimento desses tipos de instrumento. Esta pesquisa de iniciação científica adotou inicialmente uma abordagem metodológica bibliográfica, conduzindo um estudo sistemático sobre temas relacionados à música, à criação de instrumentos musicais eletroacústicos e/ou eletrônicos, bem como sobre modulação sonora.

Em sua vertente prática, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada à arte e à engenharia. Sendo assim, os dados obtidos na pesquisa bibliográfica estão sendo interpretados e discutidos qualitativamente pela equipe executora do projeto, permitindo o desenvolvimento de protótipos de instrumentos musicais e formas de amplificação/manipulação sonora por meio de dispositivos elétricos e eletrônicos concebidos pelos estudantes e orientadores envolvidos.

A equipe executora do projeto consta com três alunos do Curso de Engenharia Elétrica, sendo um bolsista e dois voluntários, um orientador e um coorientador que possuem formação nas áreas de matemática e engenharia elétrica, ambos integrantes do Grupo de Pesquisa NINTAE. Um dos professores e um dos alunos também possuem conhecimento musical.

Para viabilizar o atendimento dos objetivos propostos, estão previstas quatro etapas principais de desenvolvimento e uma etapa final que envolverá a construção de relatório e socialização dos resultados à comunidade acadêmica.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES:

**Primeira etapa:** Análise dos modelos de instrumentos eletroacústicos e eletrônicos possíveis de serem desenvolvidos no *Campus* Formiga do IFMG e análise bibliográfica.

Esta etapa, ainda em andamento, consiste na análise de material bibliográfico que discorre sobre: música eletroacústica, construção de instrumentos eletroacústicos e eletrônicos, modulação sonora e utilização de componentes eletroeletrônicos para geração de sons. Estão sendo analisados possíveis modelos de instrumentos que poderão ser desenvolvidos em laboratório: formatos, materiais necessários, estimativa de tempo para construção, ligações e possibilidades de amplificação conforme descritas em Beduschi, Weiss e Wolf (2013) e em Soares *et al* (2023).

### **Segunda etapa:** Construção de Instrumentos Eletroacústicos

Foram pesquisados e construídos dois instrumentos baseados na cultura africana, denominados Kalimbas Eletroacústicas. Essa fase está em andamento, estão sendo utilizados conhecimentos técnicos relacionados à engenharia elétrica, à matemática e à música. Primeiramente foi criado o corpo do instrumento com base quadrada de 20x20 cm, evidenciado pela figura 1, abaixo, sendo estipuladas suas dimensões, seu formato e seus princípios de acústica.



**Figura 1:** Estrutura das kalimbas.

Com auxílio de uma máquina CNC a laser, foram feitas as marcações e cortes dos tampos e dos furos centrais, conforme figura 2, abaixo, responsáveis por acoplar o ar interno do instrumento com o ambiente externo e irradiar o som.



**Figura 2:** Tampos das kalimbas.

Após esses cortes, o tampo foi parafusado na estrutura, possibilitando que o suporte das teclas das kalimbas fossem colados e que as teclas fossem inseridas, de forma que a afinação dos instrumentos, fossem realizadas pelos membros, tecla a tecla. O resultado de ambas as kalimbas é observado através da figura 3, abaixo.



Figura 3: Resultado final das kalimbas.

Em seguida, será feito um esquema para amplificação da emissão dos sons desse instrumento, por meio de captação de contato. É importante ressaltar que essa etapa está sendo realizada com apoio do Laboratório de Inovação, Criatividade e Empreendedorismo Universitário - LICEU *LabMaker*, o qual possui equipamentos e ferramentas que apoiam a cultura *maker*, tais como cortadora a laser e impressoras 3D.

A madeira utilizada para construção do corpo das kalimbas foi material doado, restos de madeiras que não seriam reaproveitados. Apenas as teclas de metal foram adquiridas com recursos próprios, porque ainda não houve a liberação dos recursos do BB Pesquisa, o que está atrasando um pouco o andamento do projeto. Ao término dessa etapa serão feitos os testes sonoros e discutidas as possibilidades de utilização/apresentação do(s) instrumento(s).

**Terceira etapa:** Desenvolvimento de instrumento musical eletrônico e modulação sonora (Essa fase ainda não foi iniciada)

Ficou decidido pelo grupo o desenvolvimento de um teclado eletrônico. Findada a criação dos instrumentos eletroacústicos, os integrantes do projeto trabalharão no desenvolvimento do teclado eletrônico permitindo realizar formas de modulação sonora.

Primeiramente será feito um esboço com as dimensões/adequações do modelo a ser desenvolvido, sendo definidos os materiais e os componentes eletrônicos a serem utilizados. Após a construção do instrumento eletrônico, será feito um esquema para amplificação da emissão dos sons deste instrumento. Poderão ser empregadas técnicas de manipulação sonora utilizando protocolo de comunicação MIDI entre Arduino e computador com estação de trabalho de áudio digital (DAW) instalada, como o Ableton Live. Sendo assim, efeitos de reverberação, *delay* (eco), *pitch* (mudança de tonalidade), distorção, dentre outros, poderão ser trabalhados para composição musical.

**Quarta Etapa:** Desenvolvimento de oficinas, apresentações ou minicursos envolvendo instrumentos eletroacústicos e ondas sonoras

Ao finalizar os processos de estudo, construção e testes dos instrumentos musicais (eletroacústico e eletrônico) desenvolvidos, serão discutidas formas de apresentá-los à comunidade acadêmica interna e, também, à comunidade externa. Assim, os protótipos desenvolvidos serão apresentados por meio de seminário, ou minicurso, onde serão mostrados os processos de construção; as utilizações de diferentes



saberes: musicais, matemáticos e da engenharia; além de apresentar os princípios empregados em sua afinação e amplificação.

## CONCLUSÕES:

O projeto de pesquisa, que envolve a construção de instrumentos musicais eletroacústicos e eletrônicos, tem se revelado uma iniciativa rica e interdisciplinar, promovendo uma integração entre os campos da engenharia elétrica, da matemática e da música. Ao longo das etapas do projeto, será possível não só desenvolver protótipos inovadores, como também proporcionar aos estudantes envolvidos uma experiência prática que vai além da sala de aula, incentivando a experimentação, a criatividade e a resolução de problemas de forma colaborativa.

A construção das Kalimbas eletroacústicas, por exemplo, exemplifica a aplicação de conceitos de engenharia e matemática no desenvolvimento de instrumentos musicais, ao mesmo tempo em que mantém um vínculo com a cultura africana e a tradição musical. A fase de eletrificação dos instrumentos e a projeção do teclado eletrônico permitirão explorar novas formas de modulação sonora e manipulação de sons, ampliando o potencial criativo dos músicos e das tecnologias utilizadas.

A implementação da metodologia "maker", com o uso de recursos como a impressora 3D e a cortadora a laser, tem sido essencial para o desenvolvimento dos protótipos, além de proporcionar aos alunos um ambiente propício à aprendizagem ativa e à inovação. A interação com esses recursos tecnológicos, aliados aos conhecimentos técnicos adquiridos nas áreas de engenharia e música, demonstra como a educação contemporânea pode integrar saberes de maneira significativa e aplicada, preparando os alunos para os desafios do mundo real.

Os próximos passos incluem a continuidade da construção do teclado eletrônico e a realização de oficinas e apresentações para disseminar os resultados alcançados, envolvendo tanto a comunidade acadêmica quanto o público externo. Espera-se que o projeto inspire novas abordagens pedagógicas e estimule o interesse por áreas interdisciplinares, consolidando a interseção entre arte, tecnologia e educação no campus do IFMG - Campus Formiga.

Por fim, o projeto reflete a importância de se pensar e construir soluções educativas inovadoras, alinhadas aos avanços tecnológicos, para atender às necessidades da sociedade atual e aos desafios do futuro.

## REFERÊNCIAS:

BEDUSCHI, C. D.; WEISS, C.; WOLF, L. S. **Transdução da energia sonora para sinais elétricos utilizando material piezoelétrico**. 2013. 90 f. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia Industrial Elétrica Ênfase em Automação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

DUQUE, R. de C. S., et al. **A Cultura Maker: e suas implicações no contexto educacional**. 1.ed. / Vitória: Editora Educação Transversal, 2023, 158p.

KOELLREUTTER, H. J. Por uma nova teoria da música, por um novo ensino da teoria musical. In: KATER, C. (Org.). **Educação musical: cadernos de estudo**. Belo Horizonte, Travez/EMUFMG/FEA/FAPEMIG, n° 6, 1997. p. 45-52.

SOARES, M. G. *et al.* Um Estudo sobre Instrumentos Musicais Eletroacústicos: Modulação Sonora. In: **Anais do XI Seminário de Iniciação Científica do IFMG, Planeta IFMG 2023**. Disponível em: <[https://sistemas.bambui.ifmg.edu.br/open\\_conference/index.php/sic/sic2023/paper/viewFile/947/434](https://sistemas.bambui.ifmg.edu.br/open_conference/index.php/sic/sic2023/paper/viewFile/947/434)> Acesso em out. 2024.