

Eixo temático: 3. Materiais didáticos, Conteúdos e/ou Mediação no contexto das TDIC

LUXMETRO MG6: INOVAÇÃO E TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO MUSICAL ATRAVÉS DA LUTERIA DIGITAL

LUXMETRO MG6: INNOVATION AND TECHNOLOGY IN MUSIC EDUCATION THROUGH DIGITAL LUTHIERY

- **Glauber Lúcio Alves Santiago** (UFSCar – glauber@ufscar.br)

Resumo:

O presente artigo versa sobre o desenvolvimento e implementação do MG6 LuXmetro, um metrônomo eletroeletrônico artesanal, que se estende por um metro, concebido especificamente para o projeto A Música da Gente, sob a liderança do educador Carlos Kater. Este dispositivo singular, capaz de indicar tempo musical e compasso através de lâmpadas e emitir sons, bem como marcar subdivisões temporais em distintos ritmos, é o foco de uma investigação que se situa na confluência da luteria digital, educação musical e inovação tecnológica. Este estudo destaca o papel significativo que a fabricação de instrumentos musicais eletrônicos desempenha na ampliação das metodologias de ensino musical. Além de oferecer um panorama teórico sobre a aplicação de metrônimos e a prática da luteria digital, o texto descreve em detalhes o processo de criação e montagem do LuXmetro, examinando seu efeito transformador no âmbito educacional e sublinhando a relevância das inovações tecnológicas na pedagogia musical. Conclui-se com uma reflexão acerca do potencial do LuXmetro em enriquecer a educação musical e propõe investigações futuras sobre sua utilidade e impacto em diferentes contextos educativos.

Palavras-chave: MG6 LuXmetro. Luteria digital. Metrônomo eletroeletrônico. A Música da Gente.

Abstract:

This article discusses the development and implementation of the MG6 LuXmetro, a handmade electro-electronic metronome that extends one meter in length, specifically designed for the "A Música da Gente" project, under the leadership of educator Carlos Kater. This unique device, capable of indicating musical timing and rhythm through lamps and emitting sounds, as well as marking time subdivisions in different rhythms, is the focus of an investigation at the intersection of digital lutherie, musical education, and technological innovation. This study highlights the significant role that the manufacturing of electronic musical instruments plays in expanding teaching methodologies in music education. In addition to offering a theoretical overview of the use of metronomes and the practice of digital lutherie, the text details the process of creation and assembly of the LuXmetro, examining its transformative effect in the educational sphere and emphasizing the relevance of technological innovations in musical pedagogy. It concludes with a reflection on the potential of the LuXmetro to enrich musical education and proposes future research on its usability and impact in diverse educational contexts.



Keywords: MG6 LuXmetro. Digital lutherie. Electro-electronic metronome.

1. Introdução

Este texto descreve uma experiência conduzida em 2018 pelo autor, na qual foi criado um instrumento musical eletrônico artesanal, denominado MG6 – LuXmetro. Este trabalho insere-se no campo da Luteria Digital, com foco na Educação Musical. O MG6 LuXmetro, um metrônomo¹ eletroeletrônico de um metro, utiliza lâmpadas comuns para marcar o tempo, daí o nome "Lux" (luz) e "metro" (referente ao seu comprimento). Além de sinalizar o tempo, o LuXmetro destaca o início do compasso e oferece a capacidade de produzir sons e marcar subdivisões de tempo em diferentes ritmos. As figuras 1, 2 e 3 mostram imagens do aparelho construído.



Figura 1 – Imagem do LuXmetro sobre uma mesa, conectado à energia elétrica.

Fonte: do autor.

¹ “Aparelho que serve para estabelecer e controlar a velocidade do tempo de uma interpretação” (LATHAM, p. 950).



Figura 2 – Registro visual do LuXmetro, destacando uma das lâmpadas iluminadas.

Fonte: do autor.

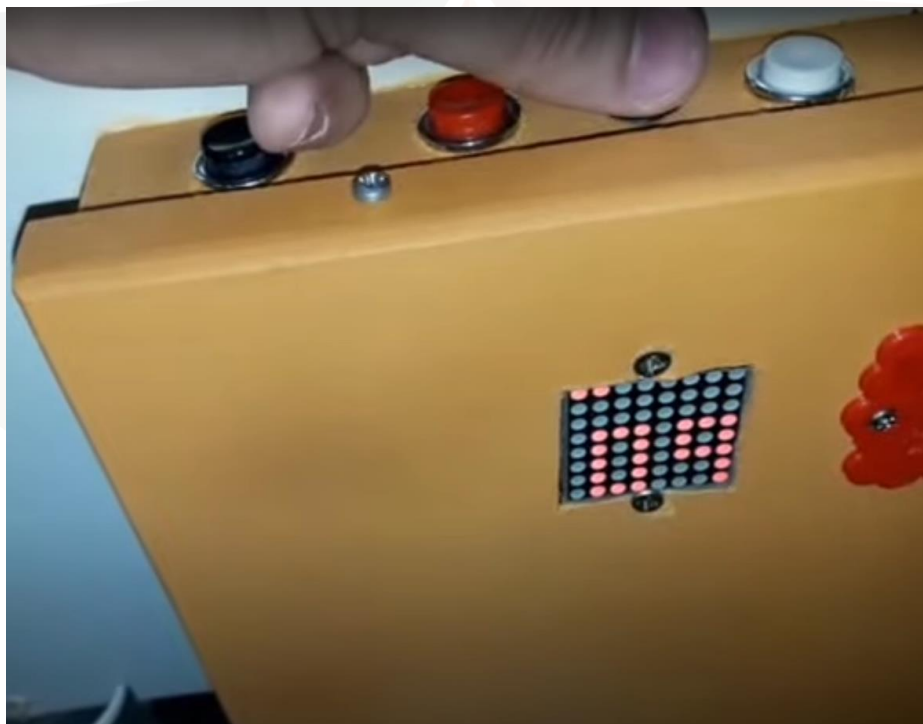


Figura 3 – Imagem do LuXmetro mostrando o painel frontal em funcionamento.

Fonte: do autor.

Na sequência, este documento delinea os propósitos da pesquisa, oferece um embasamento teórico acerca da aplicação de metrônimos na educação musical, descreve a metodologia empregada e adentra em uma análise aprofundada dos resultados obtidos. Isso engloba o processo de concepção, as características e o design do LuXmetro, bem como sua influência prática dentro do projeto "A Música da Gente". O texto se encerra com reflexões finais que ponderam sobre o cruzamento entre luteria digital, ensino musical e avanço tecnológico, enfatizando o potencial do LuXmetro como um recurso valioso para a educação musical.

1.1. Objetivo

O propósito central deste artigo é descrever e examinar o processo de criação, desenvolvimento e implementação do MG6 LuXmetro, um metrônomo eletrônico artesanal de grande porte, desenvolvido especificamente para o projeto educativo "A Música da Gente". O intuito é investigar a convergência entre luteria digital, ensino musical e tecnologia, ilustrando de que maneira a fabricação de um instrumento musical eletrônico pode enriquecer o ensino de música.

2. Contextualização e fundamentação bibliográfica

No contexto deste artigo, é essencial destacar que o MG6 LuXmetro foi criado a pedido do docente Carlos Kater, visando seu uso no projeto "A Música da Gente". Em seguida, introduziremos esses elementos relevantes.

Carlos Kater, brasileiro nascido em 1948, é uma personalidade de grande importância no âmbito da música e da educação musical no Brasil. Como educador, musicólogo e compositor de renome, possui uma carreira acadêmica e profissional destacada. Em março de 2023, Kater foi agraciado com a entrada na Academia Brasileira de Música, ocupando a Cadeira de número 16, um reconhecimento à sua vasta e significativa contribuição à música e à educação musical no país (CARLOS KATER, 2023).

De acordo com Santos e Kater (2017), o projeto "A Música da Gente" propõe uma metodologia de ensino musical inovadora e inclusiva, configurando-se como um laboratório musical que promove o intercâmbio entre docentes e estudantes em prol da formação continuada de educadores e agentes sociais dedicados a uma educação de excelência. Este projeto é notável por seu enfoque pedagógico inovador, que valoriza a criatividade e a pedagogia afetiva, desafiando os paradigmas educacionais convencionais e contribuindo de forma expressiva para as políticas educacionais e o debate pedagógico. "A Música da Gente" se compromete profundamente com os valores humanísticos, estimulando a participação ativa no processo criativo musical, na educação e na formação de um pensamento infantil poético, além da geração de expressões culturais ricas e significativas. O projeto transcende o aprendizado musical técnico, promovendo uma vivência musical genuína e singular, que capacita cada indivíduo a ser o protagonista de sua trajetória musical. Isso é alcançado por meio do incentivo à improvisação, à criação e à expressão individual, respeitando o contexto e as necessidades expressivas e de desenvolvimento de cada um. "A Música da Gente" enfatiza a educação musical como forma de expressão da individualidade, ao mesmo tempo que fomenta a colaboração e a criação coletiva, assegurando a excelência e o rigor nas experiências musicais educativas, proporcionando acesso democrático à formação musical para todos, sem distinção, e desafiando a tradicional separação entre músicos ativos e ouvintes passivos.

Nas palavras de Kater:

O projeto “A Música da Gente” foi formulado em 2012 e surgiu como resposta a várias necessidades que já estavam presentes em meu trabalho como educador musical há anos. Dentre os períodos mais marcantes desse longo percurso estão quando comecei a trabalhar na FEBEM de São Paulo, em 1975, na coordenação de atividades de cultura e lazer; e desde 1997, quando, junto com uma equipe coordenadora, concebemos o projeto “Música na Escola”, realizado pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais – um dos primeiros do gênero a ser implantado de maneira sistemática no país. Dentre essas necessidades, encontram-se a questão relativa ao tipo de repertório musical a ser trabalhado em sala de aula; a importância do engajamento do aluno e do educador no processo de desenvolvimento de sua própria musicalidade; o sentido contemporâneo de propiciar que o ato educativo pela música seja criativo e instigante o suficiente para despertar problemáticas ligadas ao desenvolvimento da pessoa humana (Santos; Kater, 2017, p. 152).

Em resposta às necessidades do projeto *A Música da Gente*, o professor Kater, em 2018, entrou em contato com o autor do presente artigo, que dedicava-se à luteria de instrumentos musicais eletrônicos digitais não convencionais², para que criasse alguns dispositivos. Estes foram nomeados assim: *MG1 Duo Theremin*, *MG2 Teclado de Caixas*, *MG3 Cabos Mágicos*, *MG4 VariToque*, *MG5 EuEleToca*³ e *MG6 LuXmetro*. O foco deste artigo recai especificamente sobre o último dispositivo mencionado. Portanto, prosseguiremos com uma revisão bibliográfica concisa sobre metrônimos e a luteria eletrônica.

Conforme apontam Tuan e Cohen (2021), a música desempenha um papel crucial na sociedade humana, servindo como um meio de conexão entre as pessoas ao longo de milhões de anos de evolução e desenvolvimento. Similarmente à linguagem, a música é estruturada por uma sintaxe que define como notas, acordes, ritmos e intervalos se organizam em composições complexas. Na jornada de formação de um músico, diversos dispositivos e ferramentas são utilizados para apoiar o aprendizado e a interpretação, incluindo metrônimos, afinadores e softwares.

O metrônomo, especificamente, é uma ferramenta indispensável para músicos, facilitando a manutenção do ritmo, o desenvolvimento da precisão temporal e a interpretação rítmica fiel às intenções do compositor. Ele é vital para garantir a consistência rítmica e para praticar trechos complexos, possibilitando o avanço gradual de tempos lentos para mais rápidos. O metrônomo também contribui para o aprimoramento em passagens ritmicamente desafiadoras, por meio da alteração de acentuações ou da supressão de batidas, auxiliando na internalização do ritmo e na definição de tempos adequados para performances. Ademais, é uma ferramenta valiosa para o estudo de improvisação, ao fornecer uma base rítmica sólida. A prática com metrônomo é essencial para a preparação de apresentações de alto nível, permitindo a exploração de nuances artísticas e o refinamento da percepção e expressão rítmica (Geiger, 2022).

Inventado em 1815, o metrônomo foi inicialmente criado para atuar como referência de tempo na música e auxiliar no desenvolvimento da precisão rítmica dos músicos. Sua introdução representou uma evolução marcante no campo musical, estabelecendo uma base técnica e influenciando a profissionalização dos músicos e a definição de papéis distintos na música, como o de compositor, intérprete e virtuose (Barbuscia, 2012). Nos dias atuais, os metrônimos eletrônicos, sejam eles físicos ou virtuais, adicionam uma dimensão adicional à prática musical. O LuXmetro, por exemplo, é classificado como elétrico (devido ao uso de lâmpadas convencionais), eletrônico (pelos

² “Luteria digital é o termo adotado para designar o conjunto de práticas e procedimentos em torno da criação de instrumentos musicais digitais. O uso do termo remete ao ofício tradicional do luthier, profissional que constrói e provê manutenção em instrumentos musicais acústicos” (De Deus; Néspoli, p. 153).

³ Este foi o único dos seis dispositivos que não foi realizado, tendo ficado apenas como ideia.

componentes eletrônicos que incorpora), digital (pelo emprego de componentes e informações digitais) e computacional (devido ao uso de códigos e um microcontrolador, que funciona como um computador simplificado), além de ser um objeto físico e tangível, não meramente virtual. A complexidade dessa temática excede o escopo deste artigo; para uma compreensão mais aprofundada, recomenda-se a consulta a Collins (2006).

3. Metodologia

Esta investigação adotou uma metodologia qualitativa e exploratória, fundamentando-se na análise de documentos, materiais audiovisuais e depoimentos pertinentes ao desenvolvimento e utilização do MG6 LuXmetro dentro do projeto "A Música da Gente". O procedimento metodológico seguiu as etapas abaixo:

1. Revisão Bibliográfica: Pesquisa e análise de textos sobre metrônimos, luteria digital e ensino musical, visando estabelecer uma base teórica para a pesquisa.
2. Documentação e Análise do Processo Construtivo: Recolhimento e análise minuciosa de documentos (desenhos técnicos, códigos, anotações técnicas) que detalham o planejamento, desenvolvimento e fabricação do MG6 LuXmetro.
3. Observação Direta: Avaliação de material videográfico e fotográfico que registra o dispositivo em funcionamento, abrangendo tanto sua construção quanto sua aplicação.
4. Depoimentos: Recolha e exame de declarações do docente Carlos Kater, integrante do projeto "A Música da Gente".
5. Análise de Conteúdo: Exame e consolidação das informações obtidas, com o objetivo de detectar tendências, obstáculos, inovações e o impacto do uso do MG6 LuXmetro no ambiente educacional.

4. Resultados

O MG6 LuXmetro, foi desenvolvido em aproximadamente 3 meses pelo autor deste artigo no ano de 2018, representou uma inovação interessante no campo da tecnologia musical aplicada à educação musical. Este dispositivo foi encomendado para o projeto *A Música da Gente*, que pode ser explorado mais a fundo através do link: <<https://www.facebook.com/amusicadagente/>>. Para visualizar o resultado, indica-se o seguinte vídeo no *YouTube*: <https://youtu.be/pVxdSYKX6UM?si=vtMFzkJtI4AjpCHc>, que mostra o dispositivo funcionando plenamente e apresenta todos os seus recursos sonoros e visuais.

4.1 O planejamento

O pedido proveniente do projeto "A Música da Gente" era por um metrônomo iluminado de tamanho considerável, visando sua fácil visualização durante as atividades educativas do projeto. A Figura 4 ilustra um esboço preliminar que já incorpora a concepção de oito lâmpadas posicionadas sobre uma estrutura com 100 cm de comprimento por 20 cm de altura. Adicionalmente, o esboço revela a presença de um alto-falante, dois botões de ajuste (+ e -) e um visor (indicando "120" como o tempo musical).

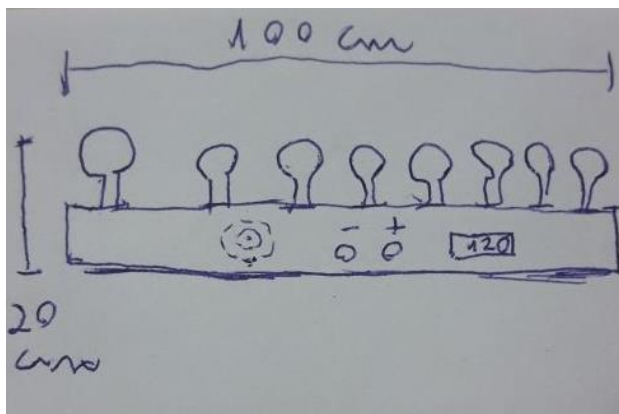


Figura 4 – Esboço inicial do LuXmetro.

Fonte: do autor.

É interessante a comparação entre as dimensões de um metrônomo mecânico tradicional, exemplificado na Figura 5, que tem apenas 10 cm de comprimento, e o LuXmetro. Assim, o LuXmetro apresenta uma dimensão dez vezes maior do que a do metrônomo convencional nesta medida específica.



Figura 5 – Imagem de um metrônomo mecânico padrão.

Fonte: do autor.

Desde a fase de planejamento, estava claro que a tecnologia empregada na fabricação incluiria materiais e componentes como caixa de MDF, parafusos, lâmpadas, placa Arduino como controladora, relês, fios e uma variedade de componentes eletrônicos.

Com o esboço inicial aprovado por Carlos Kater, prosseguiu-se com o desenvolvimento do hardware e do software. É fundamental mencionar que o pedido inicial do dispositivo não especificava detalhadamente funcionalidades extras; essa expansão de capacidades foi conduzida com autonomia pelo construtor, baseando-se em suas próprias limitações e descobertas durante o processo. Consequentemente, as funcionalidades específicas e o design final foram determinados apenas ao final do processo construtivo.

4.2 Funcionalidades e Design do LuXmetro

O LuXmetro transcende a função básica de um metrônomo, oferecendo recursos visuais e sonoros. Ele não apenas marca o ritmo, mas também indica o compasso, produz sons e assinala subdivisões de tempos em diferentes velocidades. A ativação do dispositivo é acompanhada por uma sequência que visual e sonoramente interpreta o tema musical do projeto "A Música da Gente", iniciando com uma escala de sol maior⁴. Na fase de introdução, as lâmpadas que correspondem às notas da escala de sol maior são acionadas, gerando um efeito visual cativante.

O dispositivo é constituído por:

8 Lâmpadas (127v): São controladas por meio de relês e empregadas para sinalizar notas e subdivisões rítmicas..

Botões de Controle:

1. Botão Preto: Permite alternar entre diferentes modos de operação, oferecendo uma variedade de combinações de luzes e sons de metrônomo.⁵
2. Botão Vermelho: Modifica a subdivisão do compasso, variando de nenhuma subdivisão até quatro semicolcheias, e inclui padrões rítmicos mais complexos, como tercinas de semínima e colcheia.⁶
3. Botão Branco: Ajusta o número de batidas por compasso, partindo de dois batimentos e podendo ser expandido até oito batimentos.

⁴ Ou seja, sonoramente, a vinheta inicial era: ré ré dó si ré pausa sol lá si dó ré mi fá sol.

⁵ SANTIAGO (2018, s/n) indica que "a cada pressionamento do botão [preto], os seguintes modos são selecionados: a) Pausa, b) Apenas lâmpadas, c) Pausa, d) Lâmpadas e som de metrônomo com acento no 1º tempo e agudo como uma clava, e) Lâmpadas e som de metrônomo sem acento, agudo como uma clava, f) Lâmpadas e som de metrônomo com acento no 1º tempo e grave como ton-tons, g) Lâmpadas e som de metrônomo com acento no 1º tempo e timbre 'noise' 1, h) Lâmpadas e som de metrônomo com acento no 1º tempo e timbre 'noise' 2, i) Lâmpadas e som de metrônomo com acento e timbre de ton-tons decaindo 1, j) Lâmpadas e som de metrônomo com acento e timbre de ton-tons decaindo 2, e k) Lâmpadas e som de metrônomo com acento e timbre de ton-tons decaindo 3".

⁶ Conforme SANTIAGO (2018, s/n): "a cada pressionamento do botão [vermelho], as seguintes subdivisões são selecionadas: a) Sem subdivisão. Ou seja, função desligada; b) 2 colcheias. Lâmpadas 7 e 8 são acionadas para indicar cada subdivisão; c) 3 tercinas de colcheias. Lâmpadas 6, 7 e 8 são acionadas para indicar cada subdivisão.

d) 4 semicolcheias. Lâmpadas 5, 6, 7 e 8 são acionadas para indicar cada subdivisão; e) 1 tercina de semínima e 1 tercina de colcheia. Como colcheias em swing. Lâmpadas 6 e 8 são acionadas para indicar cada subdivisão; e f) 1 colcheia pontuada e 1 semicolcheia. Lâmpadas 5 e 8 são acionadas para indicar cada subdivisão".

4. Botão Amarelo: Habilita ou desabilita execuções melódicas baseadas na escala pentatônica menor de lá, as quais são associadas às subdivisões do tempo musical.

Potenciômetro (Verde): Regula o andamento que vai de 35 a 300 tempos por minuto.

Chave HH: Responsável pelo acionamento e desligamento do aparelho.

Controlador de Áudio: Equipado com um LED indicador, possui entrada para fones de ouvido, chave de liga/desliga, potenciômetro para ajuste de volume e um alto-falante.

Display de LEDs 8x8: Exibe informações variadas, incluindo a função de abertura, o modo pausa, o número de batidas por compasso, as subdivisões rítmicas e o andamento.⁷

O núcleo operacional do LuXmetro é um Arduino Nano - *ATmega328P*⁸, que coordena todas as funções do aparelho, incluindo o acionamento das lâmpadas, a produção de sons e a interação com os botões e o potenciômetro. Um esquema detalhado de conexões ilustra a ligação dos componentes aos pinos do Arduino, assegurando a operacionalidade eficaz do metrônomo.

Para o aproveitamento ótimo da biblioteca de som do aparelho, é necessário um circuito de áudio específico, composto por resistores e capacitores, que otimiza a qualidade sonora emitida pelo LuXmetro.

A Figura 6 exibe duas fotografias do dispositivo. Na imagem, à esquerda, observa-se a abertura para saída do som do alto-falante. A estrutura do LuXmetro, feita de MDF branco com as extremidades pintadas de cor alaranjado, é complementada por uma cobertura de alumínio cinza, sobre a qual estão fixados oito soquetes contendo lâmpadas LED residenciais convencionais. Na parte superior esquerda da fotografia, visualiza-se a caixa de controle do aparelho, com botões dispostos na parte superior e um interruptor (chave HH) na lateral. A imagem à direita detalha a caixa de controle.

⁷ Segundo SANTIAGO (2018, s/n) as seguintes informações são visualizadas no Display de LEDs 8x8: “a) Vinheta de abertura com os dizeres “MG 6 LuXmetro”; b) Figura da pausa da semibreve, indicando o modo pausa; c) Os LEDs da primeira linha representam a quantidade de tempos do compasso (de 1 até 8); d) Os LEDs da terceira linha indicam que algum botão foi pressionado; e) Os LEDs da segunda linha (da direita para a esquerda) representam as subdivisões, conforme as lâmpadas correspondentes; e f) A partir da quarta linha é indicado o andamento. No entanto, como só temos espaço para 2 dígitos, o primeiro dígito dos andamentos a partir de 100 é omitido. Assim, por exemplo, ao aparecerem os dígitos 35, o andamento poderá ser 35, 135 ou 235. Cabe ao bom senso musical do operador determinar qual é o andamento correto entre essas três possibilidades”.

⁸ O Arduino Nano ATmega328P é uma placa de desenvolvimento que faz parte da família Arduino. É uma versão compacta do Arduino Uno, projetada para ser menor e adequada a projetos que requerem espaço reduzido. O "ATmega328P" refere-se ao microcontrolador principal usado nesta placa.

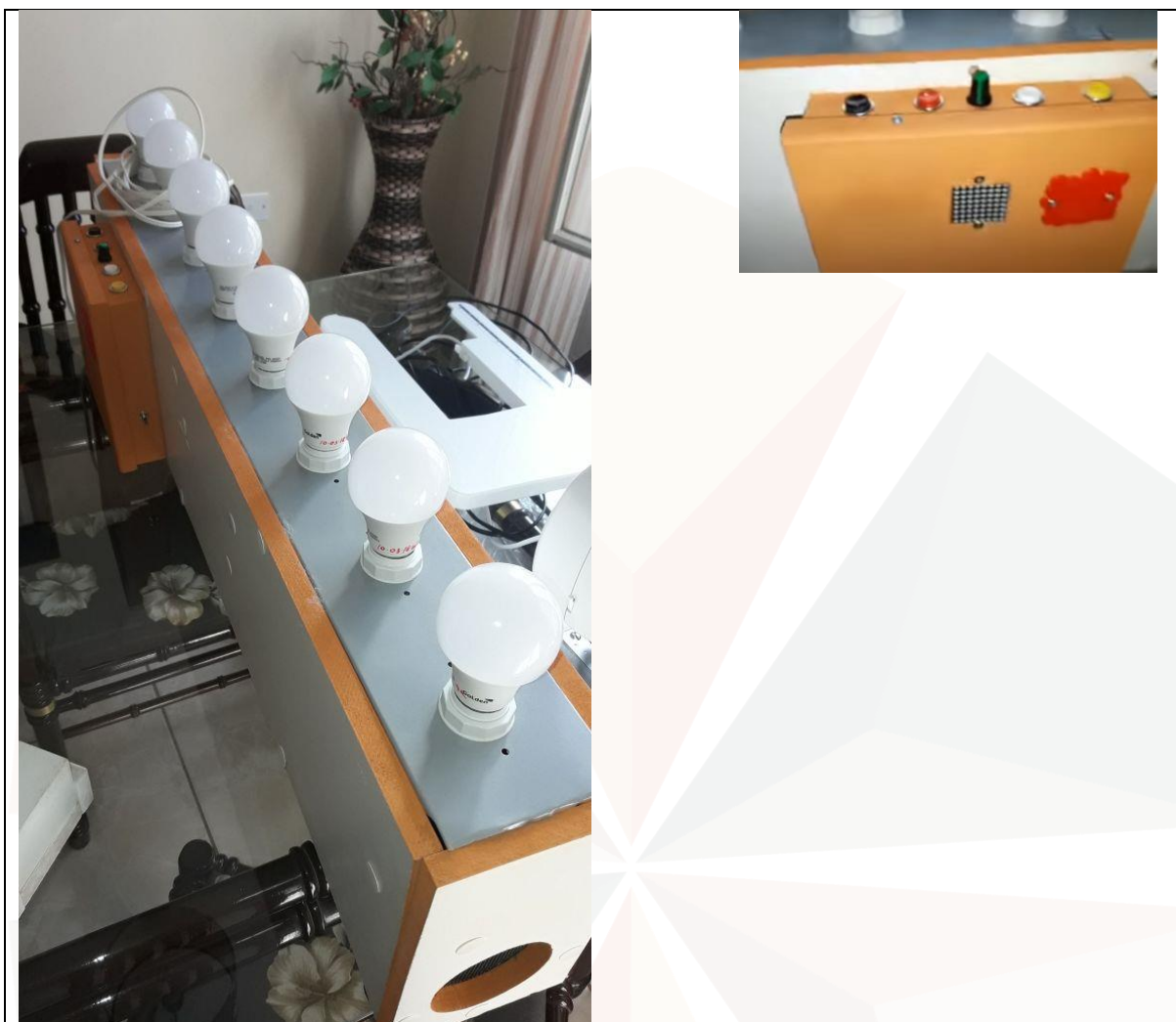


Figura 6 – Perspectiva do LuXmetro e detalhes da caixa de controle.

Fonte: do autor.

4.1 Como foi a construção do LuXmetro

O processo de montagem do MG6 LuXmetro envolveu a execução de diversas fases críticas, essenciais para a concretização do projeto, incluindo: construção da caixa e seu isolamento acústico; instalação da fonte de alimentação; configuração do sistema elétrico para as lâmpadas; implementação do sistema de amplificação sonora; inserção do filtro de áudio; desenvolvimento do sistema de controle e monitoramento; e realização da programação. Essas etapas foram executadas, em grande medida, de maneira simultânea.

Após a etapa de planejamento, procedeu-se com a compra dos componentes e materiais necessários para a montagem do hardware. Em paralelo, desenvolvia-se o software na Interface de Desenvolvimento Integrado (IDE) do Arduino. A parte que se revelou mais complexa foi, sem dúvida, a do hardware, devido à necessidade de manipular voltagens altas (127V) provenientes da rede elétrica e ao manuseio de cabos de grande espessura. A Figura 3 destaca um elemento chave deste sistema: os 4 relês. Estes componentes atuam como interruptores, acionando e desativando as 8 lâmpadas de acordo com os comandos emitidos pelo Arduino. Um desafio encontrado foi o ruído produzido pelos relês, que contradizia a exigência do projeto "A Música da Gente" por um

metrônomo que operasse silenciosamente, emitindo somente luz. Para minimizar esse inconveniente, optou-se por revestir os relês com lâ acrílica, técnica ilustrada na Figura 7.

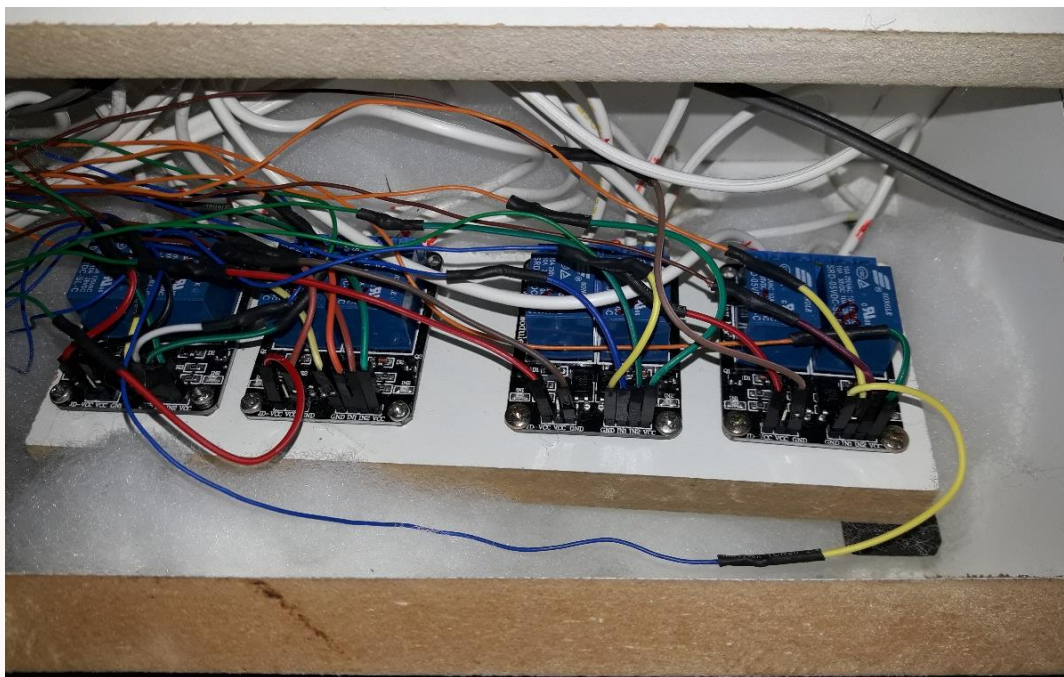


Figura 7 – Detalhe dos relês e sua instalação interna no LuXmetro.

Fonte: do autor.

A Figura 8 revela o interior da caixa de controle do LuXmetro, evidenciando os componentes cruciais para o seu funcionamento: 1- um microcontrolador (Arduino Nano); 2- um filtro de áudio; 3- um sistema de amplificação sonora, que foi adaptado a partir de uma caixa de som amplificada de computador; 4- a chave HH, responsável por ligar e desligar o dispositivo; 5- um botão preto; 6- um botão vermelho; 7- um botão branco; 8- um botão amarelo; 9- um potenciômetro, utilizado para ajustar o andamento; e 10- um display de LEDs 8x8.

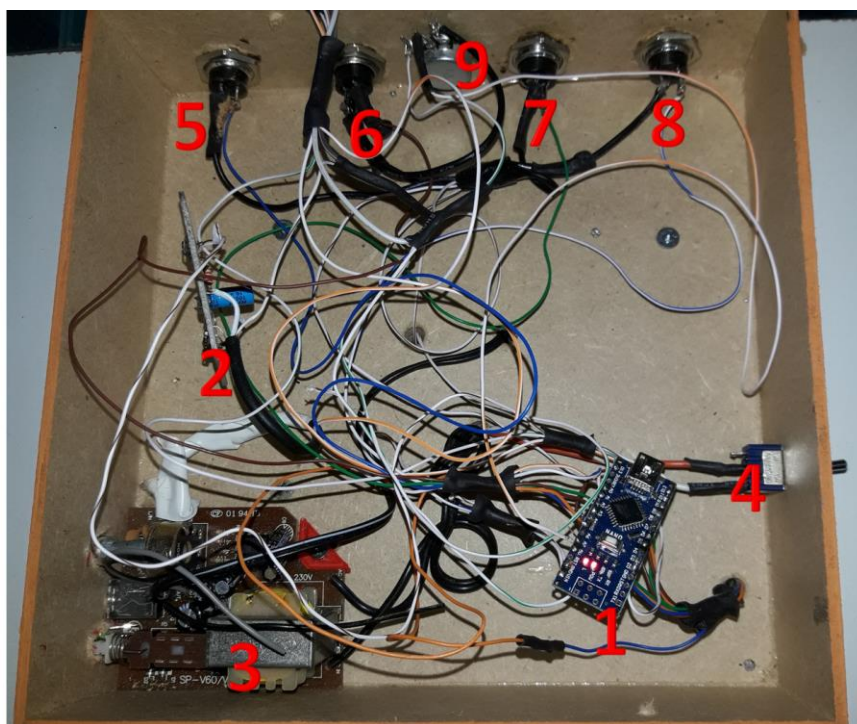


Figura 8 – Detalhes internos da caixa de controle.

Fonte: do autor.

A elaboração do código para o LuXmetro foi realizada utilizando a IDE do Arduino, empregando as linguagens C/C++. A estrutura do código foi organizada da seguinte maneira:

1. Inicialização: Esta etapa configura os pinos do Arduino, inicia o display e o sintetizador de áudio, e executa a vinheta de abertura do dispositivo.
2. Loop Principal (loop):
 - Desativa os relês.
 - Realiza a leitura do valor do potenciômetro para ajustar o andamento.
 - Exibe no display o andamento atual e o número de batidas por compasso.
 - Verifica o estado dos botões para ajustar o modo de operação e a subdivisão do tempo conforme necessário.
 - Executa as batidas, ativando as lâmpadas e produzindo sons de metrônomo de acordo com o modo selecionado.
3. Funções Auxiliares:
 - `desligaReles()`: Desliga todas as lâmpadas.
 - `tocaTempoInicial()`, `tocaTemposSeguintes()`: Funções responsáveis por gerar os sons do metrônomo.
 - `checkPot()`: Lê o potenciômetro e ajusta o andamento baseado nessa leitura.
 - `mostraAndamento()`, `mostraQuantidadeDeTempos()`: Atualizam as informações no display, mostrando o andamento e o número de batidas por compasso.
 - `verificaBotoes()`: Avalia os estados dos botões e faz os ajustes necessários no modo de operação e nas subdivisões do tempo.
 - `verificaModo()`, `executa()`: Gerenciam a execução das batidas, acionando as lâmpadas e produzindo os sons de acordo com o modo e as subdivisões escolhidas.

4.3 Aplicações Práticas para o LuXmetro

Como anteriormente mencionado, o projeto "A Música da Gente" representa uma abordagem inovadora na educação musical, focada no fomento da expressão individual e na criação coletiva por meio da música. A incorporação de um metrônomo eletrônico de consideráveis dimensões revela-se extremamente pertinente para iniciativas desse calibre por diversas razões:

- **Engajamento Visual e Auditivo:** A presença de um metrônomo de grande porte oferece um estímulo visual marcante, essencial para capturar e sustentar o interesse dos jovens envolvidos.
- **Educação Rítmica Aprimorada:** Disponibiliza um recurso concreto para a instrução de ritmo e tempo musical, pilares essenciais na educação musical tanto de crianças quanto de adultos.
- **Interação e Colaboração:** A utilização de um metrônomo em larga escala favorece a interação e cooperação entre os participantes, promovendo o trabalho conjunto na composição e seguimento do ritmo musical.
- **Inovação e Criatividade:** Um metrônomo fora do comum pode representar o espírito de inovação e criatividade que o projeto visa incentivar, estimulando nos estudantes uma mentalidade de pensar e criar além dos moldes convencionais.
- **Desempenho e Prática:** Em atuações coletivas, um metrônomo luminoso de grande tamanho contribui para a sincronia entre os músicos, especialmente valioso em contextos educativos colaborativos.

Portanto, a implementação de um metrônomo eletrônico ampliado está em perfeita consonância com os propósitos do projeto, enriquecendo significativamente a experiência educativa e musical dos participantes.

Sobre o efeito do LuXmetro e dos outros instrumentos desenvolvidos para "A Música da Gente", o professor Kater expressou o seguinte em sua fala durante o painel MR-P:21 – "Práticas educativas musicais com tecnologias analógicas ou digitais", ocorrido no CIET em 15 de novembro de 2022:

Eu só queria dar testemunho, porque vocês viram ele apresentado e viram, de certa forma, as crianças tocando no vídeo. Mas eu queria dar o testemunho do quanto esses instrumentos são motivadores para as crianças se engajarem no processo de educação musical. Porque, como são instrumentos completamente originais, com sonoridades muito ricas e muito diversas, fora do usual, elas ficam absolutamente curiosíssimas. Então, elas têm uma pré-disposição para o aprendizado que é maravilhosa, que é muito diferente de uma flauta doce, sem que haja melhor ou pior, e numa comparação. Mas é só para dizer que o trabalho que o professor Glauber fez é precisamente maravilhoso, porque engajou assim mais de 300, 400 crianças que queriam descobrir o instrumento, conhecer os sons que eles podem produzir. E aí a gente vê o quão importante é fornecer novos estímulos dentro da educação e como isso propicia o aprendizado (Kater, 2022, s/n)

5. Considerações finais

O projeto MG6 LuXmetro é um exemplo emblemático da intersecção entre luteria digital, educação musical e inovação tecnológica. Além de atender às demandas específicas do projeto "A Música da Gente", sob a liderança de Carlos Kater, esse desenvolvimento marcou um avanço

significativo na área da educação musical, introduzindo uma ferramenta pedagógica visualmente atraente e tecnologicamente sofisticada.

A concepção e construção do LuXmetro evidenciam uma percepção aprofundada da relevância do estímulo sensorial na aprendizagem musical. Por meio da fusão de componentes visuais, sonoros e interativos, este dispositivo transcende a funcionalidade tradicional de um metrônomo, posicionando-se como um recurso didático de grande valor. Ele incentiva a criatividade, facilita a cooperação e engaja os estudantes de maneira ativa no processo educativo musical.

No âmbito de "A Música da Gente", o LuXmetro comprovou sua eficácia como instrumento para o ensino de ritmo e como um elemento unificador em práticas coletivas e apresentações. O feedback positivo tanto de educadores quanto de alunos sublinha seu impacto, destacando-o não apenas como um metrônomo, mas como um marco de inovação no ensino musical.

Quanto às possibilidades de aperfeiçoamento do dispositivo, considera-se:

- A troca das lâmpadas por LEDs de maior intensidade, o que simplificaria a montagem e reduziria custos.
- A inclusão de um controle remoto para facilitar o uso.
- O emprego de materiais mais leves na confecção da caixa para melhorar a portabilidade e manuseio.
- A adição de funcionalidades para aceleração ou desaceleração automática do andamento.
- A implementação de modos de pausa ativa para auxiliar no treinamento da manutenção do ritmo pelo usuário.

Para estudos futuros, sugere-se a realização de análises comparativas entre o LuXmetro e outros metrônimos, digitais e convencionais, em diferentes ambientes educativos, a fim de avaliar sua adaptabilidade e impacto. A coleta e análise de dados quantitativos, como testes de desempenho rítmico pré e pós-utilização do dispositivo, poderiam fornecer evidências sólidas de sua eficácia pedagógica.

Estudos sobre a usabilidade e durabilidade a longo prazo do LuXmetro ajudariam a avaliar sua resistência e identificar áreas para melhoria. A integração deste dispositivo com softwares educacionais e plataformas de ensino musical poderia enriquecer ainda mais a experiência de aprendizado. Investigar o impacto do uso do LuXmetro no desenvolvimento de competências em composição, improvisação e expressão criativa dos estudantes ofereceria perspectivas importantes sobre seu valor educacional.

Este artigo, ao descrever o processo de desenvolvimento e aplicação do LuXmetro, contribui significativamente para os campos da luteria digital e da educação musical, esperando-se que inspire futuras iniciativas que visem a integração criativa e efetiva de tecnologia, arte e educação. Ressalta-se, assim, a importância de abordagens inovadoras na formação musical e na preparação de novas gerações de músicos e educadores.



Referências

BARBUSCIA, Aurélie. **La pratique musicale, entre l'art et la mécanique**: Les effets du métronome sur le champ musical au XIXe siècle. 2012. doi: 10.4000/RH19.4335.

CARLOS KATER. In: **WIKIPÉDIA**, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Carlos_Kater&oldid=67080874>. Acesso em: 7 dez. 2023.

COLLINS, Nicolas. **Handmade Electronic Music**: The Art of Hardware Hacking. New York: Routledge, 2006.

DE DEUS, Raydson Alexandre Tozzo; NESPOLI, Eduardo. **Luteria digital experimental**: singularização de instrumentos digitais em contexto pós-industrial. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 16, n. 45, p. 151-164, 2020.

GEIGER, Andre. **Metrônomo e aplicativos de metrônomo**: novas perspectivas na prática musical. 2022. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Música) - Escola de Música, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.

KATER, Carlos. Construção de instrumentos musicais artesanais na educação musical [Palestra]. In: **CIET:EnPET CIESUD:ESUD 2022**. MR-P:21 – Práticas educativas musicais com tecnologias analógicas ou digitais. Apresentado por SEaD UFSCar. 15 nov. 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OznZnrUsVYM>. Acesso em: 29 de jan. 2024.

LATHAM, Alison. Metrónomo. In: _____. **Diccionario Enciclopédico de la Música**. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, 2008. p. 950.

SANTIAGO, Glauber Lúcio Alves. **MG6 LuXmetro**: Metrônomo luminoso. 2018. Vídeo (Detalhes do vídeo). Disponível em: <https://youtu.be/pVxdSYKX6UM>. Acesso em: 29 jan. 2023.

SANTOS, Regina Marcia Simão; KATER, Carlos. O projeto "A Música da Gente": entrevista com Carlos Kater. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 26, n. 48, p. 151-166, jan./abr. 2017.

TUAN, Son Hoang; COHEN, Michael. Multimodal Metronome — Rhythm game for musical instruments. **SHS Web of Conferences**, [S.l.], 2021. doi: 10.1051/shsconf/202213903024.