

Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG *Campus* Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação – DPIPG
Núcleo de Inovação e Empreendedorismo – NIE
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI

CARLOS EDUARDO DE SOUSA

**DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DE PERCUSSÃO ELETRÔNICA
SINTETIZADORA DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO RASPBERRY**

Relatório final apresentado ao Núcleo de Inovação e Empreendedorismo do IFMG - *Campus* Bambuí como parte das exigências do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação.

**ORIENTADOR: PROF. CALEBE GIACULI
JUNIOR**

BAMBUÍ, JULHO, 2022

Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG *Campus* Bambuí
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação – DPIPG
Núcleo de Inovação e Empreendedorismo – NIE
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI

**DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DE PERCUSSÃO ELETRÔNICA
SINTETIZADORA DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO RASPBERRY**

RESUMO

O projeto a seguir apresenta um instrumento musical capaz de sintetizar diferentes tipos de sons, que serão configurados pelo usuário. A forma de tocar o instrumento se assemelha a uma bateria eletrônica, na qual o usuário utilizará baquetas para tocar os pads, que aqui na verdade simulam as peças de percussão ou o disparo de qualquer amostra sonora. Cada pad será dotado de sensores que detectam a batida e geram sinais elétricos que passarão por circuitos eletrônicos condicionadores e então serão enviados para um computador de tamanho reduzido, que é o Raspberry. Este equipamento possuirá um sistema operacional gratuito embarcado que utilizará um programa responsável por converter a leitura dos sinais elétricos em notas MIDI. Estas notas serão enviadas a outro programa, uma estação de trabalho de áudio digital, a qual será utilizada para disparar amostras de sons e realizar síntese sonora.

Palavras-Chave: Engenharia de Áudio; Microcontrolador; MIDI; Música; Produção Musical

INTRODUÇÃO

Com a inserção e o desenvolvimento da eletrônica no universo musical, o homem tem desenvolvido novas formas de geração e manipulação sonora para criar novos instrumentos musicais ampliando assim as possibilidades e funcionalidades de diversos instrumentos. Com a popularização dos computadores, microprocessadores e afins, o universo digital invadiu o meio musical a partir da década de 80 e desde então essa evolução e diversificação dos instrumentos musicais tem se expandido de forma exponencial (ROCHA, 2016).

A pandemia causada pelo COVID-19 afetou vários setores, exigindo uma adaptação generalizada por parte de toda a sociedade, e para dar continuidades às suas atividades diárias sejam elas pessoais ou profissionais de forma saudável, medidas de segurança foram adotadas (TAVARES, 2020). Tais medidas visam o distanciamento social e a higiene básica, seguindo as normas descritas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Atentando o olhar para os profissionais dos setores de produção musical, técnicos de gravação, músicos, entre outros profissionais que têm seu sustento provido de eventos, é notório o prejuízo e as dificuldades que estes profissionais vêm enfrentando devido ao cenário da pandemia no Brasil.

Segundo Bruno Ferreira (2020): “Com a pandemia da COVID-19, pelo impedimento das aglomerações de pessoas em apresentações ao vivo, o mercado da música atravessa uma crise sem precedentes, provavelmente pior do que a provocada pela pirataria digital, no início dos anos 2000”. Um outro problema a ser tratado deve-se ao fato das sequelas deixadas pelo vírus, o qual pode afetar a voz, causar paralisia dos nervos laríngeos e a alterações de longo prazo na função respiratória (VANCE, 2021).

Um outro ponto abordado foi a utilização da música para o enfrentamento de problemas de depressão e ânimo, os quais têm seu índice agravado com a atual situação mundial, onde a necessidade de distanciamento social tem sido obrigatória. Muitos estudos utilizam os meios musicais como uma forma de tratamento a esses problemas. A literatura sugere que a participação em atividades de escuta ou performance musicais, tanto individual ou coletivamente, podem favorecer a redução de emoções negativas (como ansiedade e depressão) e, conseqüentemente, melhorar o estado de ânimo (SOARES-QUADROS JUNIOR; ROMÁNTORRES; DINIZ NETO; SANTANA, 2020).

A união dos dois problemas levantados acarreta o surgimento de um terceiro, pois a aquisição de instrumentos, levando em consideração seu preço é relativamente alta, e como muitos estão precisando parar suas atividades, os problemas financeiros

devem ser levados em consideração. Os preços dos instrumentos musicais, acústicos ou elétricos, tem sua fabricação total ou sua matéria prima originada de outros países, assim o valor do dólar contribui para o seu alto valor no mercado. Segundo Gambetta:

Quanto ao mercado de instrumentos musicais, atualmente está pouco aquecido, realidade bastante comum no Brasil e, segundo levantamento de informações junto aos empresários do setor na cidade de Toledo, os produtos estão “parados” nos estoques das lojas, com o giro abaixo da normalidade. Em épocas de dólar baixo realmente houve queda no preço dos instrumentos musicais, que em sua maioria são importados devido a deficiência da indústria nacional, porém, o mercado de instrumentos particulares permanece inelástico a essas variações cambiais, os instrumentos estão sendo vendidos com preços muito baixos, mas mesmo assim não são vendidos (mercado livre) (GAMBETTA, 2016, 121).

Com o objetivo de amenizar tais dificuldades, foi desenvolvido um instrumento virtual Stand Alone, o qual permitirá ao músico tocá-lo sem a necessidade de um computador, por exemplo. O grande foco do trabalho é baratear os custos desses equipamentos e dessa forma serão utilizados apenas softwares gratuitos e também softwares desenvolvidos no projeto.

O cérebro do instrumento é o Raspberry, o qual possui baixo custo e é um excelente microcomputador para efetuar testes aleatórios de programação, além de ter como sistema operacional o Linux (MONK, 2019). Em razão disso, o Raspberry tem sido amplamente utilizado em diversos projetos de engenharia, porém não foram encontrados nenhum trabalho ou produto que utilizasse essa plataforma para o meio musical, o que instiga ainda mais a realização de testes e desenvolvimento de um instrumento utilizando a plataforma Raspberry.

Assim sendo, tem-se a oportunidade da criação de um produto de baixo custo aquisitivo, fácil utilização, capaz de integrar vários instrumentos em sua composição, podendo ser operado facilmente por uma única pessoa, sendo um dispositivo StandAlone, com a possibilidade de ser utilizado em conjunto com outros dispositivos, atendendo tanto ao usuário iniciante quanto os mais experientes. De forma que possa ser utilizado com instrumentos profissionais para músicos exercerem seu trabalho de forma remota, seja produção musical ou até mesmo produção de uma Live Streaming, como também um hobby para qualquer pessoa.

DESENVOLVIMENTO

O projeto foi desenvolvido totalmente de forma remota devido a situação de pandemia em que vivemos. O caráter inovador do instrumento desenvolvido passa fundamentalmente pela Raspberry, visto que não foram encontrados instrumentos que utilizassem tal plataforma como cérebro do equipamento. Além disso, o instrumento utiliza apenas softwares gratuitos, o que traz um baixo custo de produção para o equipamento proposto. Posto isto, a natureza do projeto proposto pode ser classificada como sendo uma pesquisa aplicada e quanto aos procedimentos contidos nele se encaixam na categoria experimental.

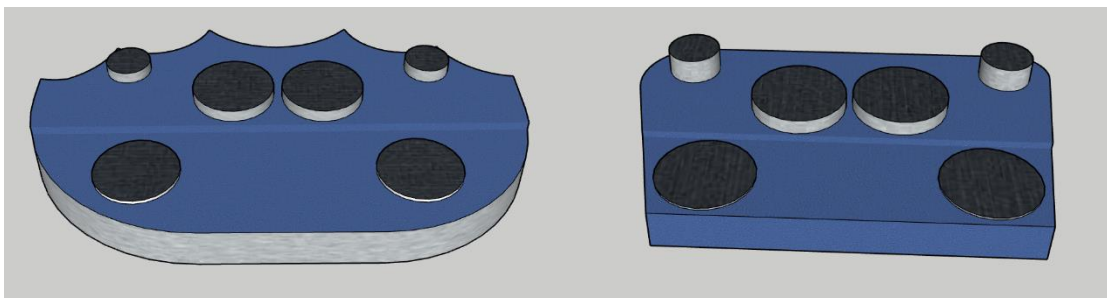
Após a revisão bibliográfica, o primeiro objetivo alcançado no projeto foi a modelagem 3D do instrumento musical, que facilitou a visualização do projeto como um todo. No desenvolvimento do hardware foi necessário a confecção de uma interface de comunicação homem/máquina através de botões e sensores e um dispositivo de processamento que recebem os sinais.

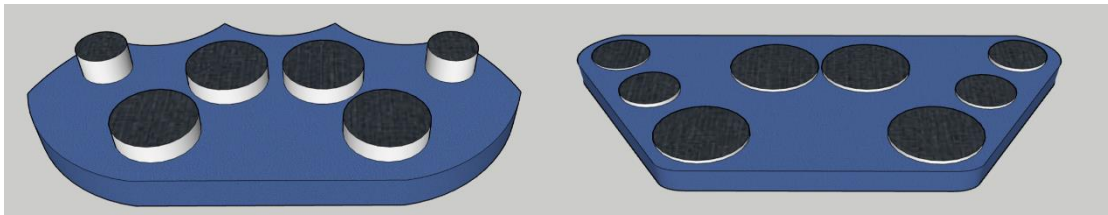
No processo de modelagem utilizou-se o software Sketchup, onde foram feitos diversos modelos 3D que se basearam em uma pesquisa mercadológica criteriosa. Esta pesquisa teve como objetivo selecionar designs de baterias eletrônicas de maior sucesso no mercado, e assim usar como inspiração para a produção do modelo 3D do instrumento em construção.

As modelagens em 3D foram feitas com todas as peças em tamanho real, começando pelos pads. Esses pads são compostos por uma placa de um material com uma certa capacidade de deformação e um sensor piezoelétrico, que ao receber estímulos, irá gerar um sinal em resposta a uma pressão mecânica exercida sobre o mesmo, e que posteriormente será analisado e tratado.

Para a simulação e posteriormente construção da estrutura da bateria eletrônica, utilizou-se uma placa de acrílico com uma camada de EVA. Estes devem ser capazes de resistir aos impactos gerados pelo utilizador, além de terem a capacidade de se deformar o suficiente para gerar o sinal desejado sem que interfira nos demais sensores, mantendo assim a propagação da energia mecânica gerada no pad individualmente. Abaixo na figura 1 pode-se visualizar os modelos feitos em 3D:

Figura 1 – Modelos 3D das baterias eletrônicas



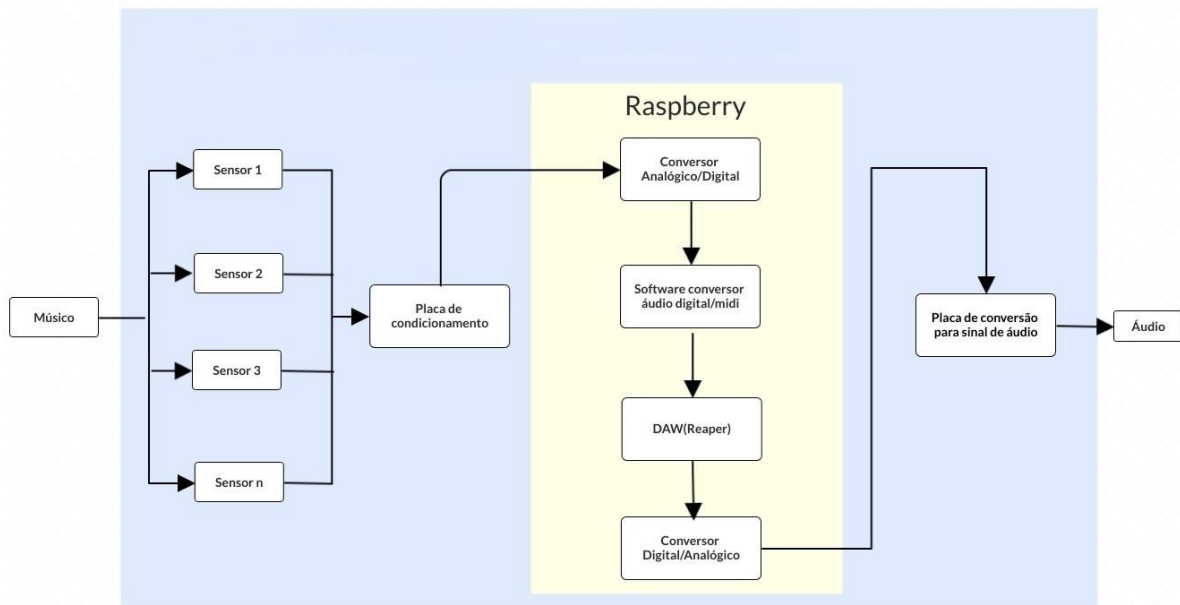


Fonte: Autores, 2022

O sinal gerado deve ser tratado e para isso ele é enviado a placa de condicionamento, responsável pela remoção de ruídos elétricos indesejáveis. Com isso, teremos a entrega de um sinal limpo para a placa controladora, a qual tratará com mais precisão o que está sendo recebido. A confecção dessa placa foi de forma caseira, onde teve-se a utilização de uma placa de fenolite que recebeu o circuito desenvolvido em um software de criação de circuitos eletrônicos, e posteriormente foi mergulhada em percloroeto de ferro. Depois de ter realizado esse processo, foram soldados os componentes eletrônicos (diodos zener, resistores, capacitores e fios de cobre) na placa confeccionada, os quais são responsáveis pela ligação entre os pads e a placa controladora.

O Raspberry tem a responsabilidade de receber o sinal ainda analógico e transformá-lo em digital e com isso trabalhá-los em variáveis dentro do nosso sistema. O próximo passo é pegar esse sinal digital e integrá-lo ao protocolo MIDI. Cada acionamento dos pads, até esse ponto do projeto, será transformado em uma nota musical no protocolo MIDI. O protocolo gerado será enviado para uma DAW (Digital Audio Workstation), software instalado dentro do Raspberry. Esse programa fará com que as notas MIDI recebidas pelo sistema sejam personalizadas. Qualquer sample pode ser configurado para ser disparado com o acionamento dos pads, deixando assim uma infinidade de possibilidades de criação. E por último, necessitamos novamente de uma conversão, porém agora inversa, transformando digital em analógico para enviar para uma placa amplificadora emitindo o som audível. A seguir na figura 2, pode-se observar um diagrama contendo o que foi descrito acima:

Figura 2 - Diagrama

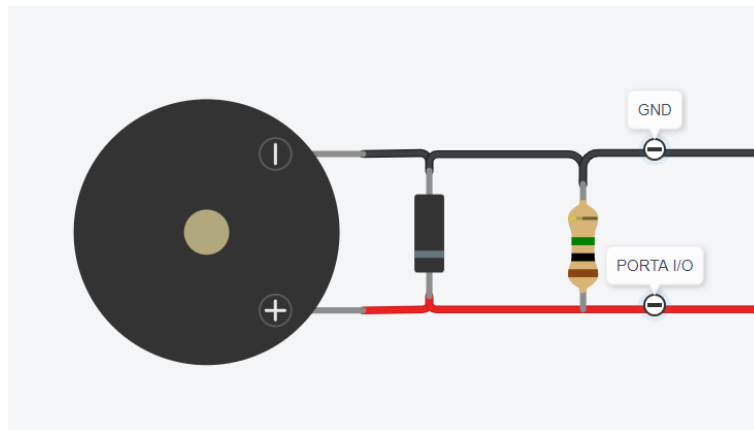


Fonte: Autores, 2022

Demos início a construção do protótipo, preparando a placa Raspberry PI 3 modelo B V1.2, instalando o sistema Raspberry PI OS (32-Bit) em um cartão Micro SD 8gb classe 10. Com o sistema operacional carregado na placa, o próximo passo foi a instalação da DAW. Além disso, foi utilizado o REAPER v6.66 com arquitetura Linux aarch64. Utilizou-se a linguagem Python na implementação do código que será responsável por fazer a parte de configurar as portas de I/O da placa, comportamento e comunicação com a DAW. A plataforma usada na programação foi o Thonny o qual vem pré-instalado junto ao OS.

Para iniciar a programação, foi necessário construir um dos pads para efetuar os testes. Para isso foi utilizado uma Cápsula Piezoelétrica 27mm, que será a responsável por receber o estímulo e convertê-lo em sinal elétrico, junto a ela foi soldado um Diodo Zener 1N4728A e um resistor de Resistor 1M 5% (1/4W). A seguir, na figura 3 pode-se visualizar a composição do circuito descrito acima. Essa cápsula foi colada em uma placa de acrílico de 2mm revestida com EVA de 3mm em ambas as faces com a função de absorver parte do impacto que poderia danificar a cápsula. Para facilitar a conexão foi soldado um par de fios de um plug P10 macho (figura 4).

Figura 3 - Circuito com cápsula piezoelétrica



Fonte: Autores, 2022

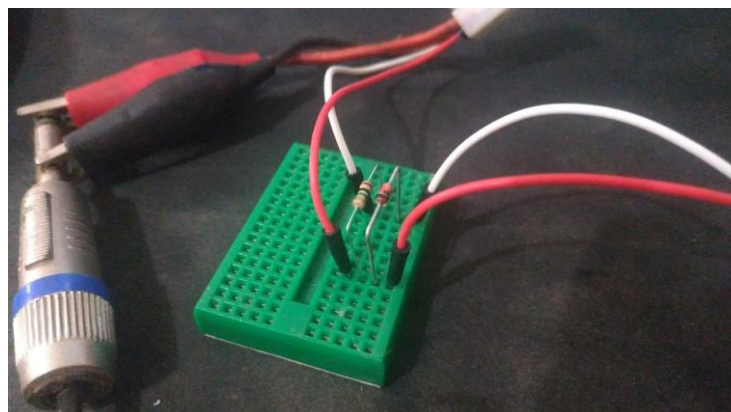
Figura 4 - Protótipo do pad



Fonte: Autores, 2022

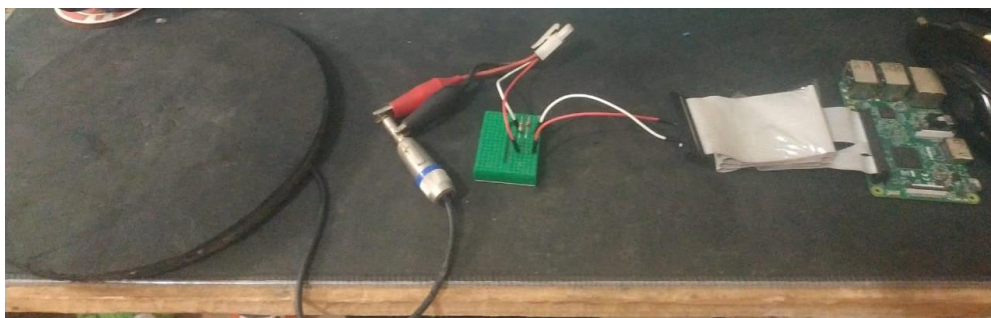
A montagem inicial foi feita em uma protoboard (figura 5), uma vez que caso seja necessário realizar alguma correção, a substituição do componente será mais simples. O diodo e o resistor foram colocados em paralelo à cápsula e os mesmos estão ligados as portas GND e 23 da Raspberry (Figura 6).

Figura 5 - Montagem na protoboard



Fonte: Autores, 2022

Figura 6 - Montagem completa do protótipo



Fonte: Autores, 2022

Com o circuito base montado, deu-se início a programação com a função de fazer a leitura do sinal na porta 23, além disso conectar o programa por meio de uma porta virtual a DAW e com essa conexão enviar protocolos MIDI. Para os protocolos MIDI foi utilizado a biblioteca “rtmidi” e para fazer a configuração da porta virtual com a DAW foi necessário carregar uma biblioteca capaz de executar comandos via terminal, assim utilizamos a biblioteca “os”, para leitura das portas de I/O foi utilizada a “gpio”. Carregadas as bibliotecas, foi necessário iniciar a configuração da porta MIDI virtual que seria utilizada (linha 5 e 6 do código) e conectar a DAW (linha 7), esse procedimento pode ser visto na figura 7. Na linha 10 foi definido o canal a ser utilizado e nas linhas 11 e 12 a nota que será disparada quando o pad for acionado. Na definição da nota são enviados três valores sendo eles o canal, a nota e a velocidade. Nas linhas 15 e 17 foram realizadas as configurações de I/O. Por fim, na linha 20 até a linha 25 temos a verificação se temos sinal na porta configurada e caso haja algum sinal ocorre o disparo da nota MIDI para a DAW.

Ao executar o código foi notado o envio constante de comandos via MIDI devido a pequenas oscilações no acionamento, fazendo com que o sistema entenda que houve vários acionamentos quando na verdade foi solicitado apenas um, causando erros na execução, para corrigir esse problema foi adicionado um delay de debounce (figura 8). Foi adicionado um delay após cada envio da nota nas linhas 29 e 32 da figura 8, que apresentou uma excelente resposta aos estímulos.

Feito o código para acionar um pad, bastou replicar para os demais, adicionando mais portas e mais notas ao código. Para trabalhos futuros espera-se finalizar o corpo do instrumento musical que será fundamentado nos modelos 3D construídos anteriormente, além disso, integrar todos os circuitos montados e o Raspberry à esta estrutura.

Figura 7 - Código inicial

```
1  import RPi.GPIO as gpio    #Gerencia portas
2  import rtmidi              #Gerencia protocolos MIDI
3  import os                  #Importa modulos do SO
4
5  midiout = rtmidi.MidiOut()
6  midiout.open_virtual_port("Bateria MIDI") #Cria porta MIDI virtual
7  os.system("aconnect 128:0 129:0")
8
9  #Definindo variaveis globais
10 canal = 0x90
11 note_on = [canal, 50, 60] # channel 1, middle C, velocity 112
12 note_off = [canal, 50, 0]
13
14 #Definindo I/O
15 gpio.setmode(gpio.BCM)
16 #porta, I/O, pull.UP/DOWN
17 gpio.setup(23, gpio.IN, gpio.PUD_DOWN)
18
19
20 with midiout:
21     while True:
22         if gpio.input(23) == gpio.HIGH:
23             midiout.send_message(note_on)
24         else:
25             midiout.send_message(note_off)
```

Fonte: Autores 2022

Figura 8 - Adição de delay

```
1  import time                #Delay
2  import RPi.GPIO as gpio    #Gerencia portas
3  import rtmidi              #Gerencia protocolos MIDI
4  import os                  #Importa modulos do SO
5
6  midiout = rtmidi.MidiOut()
7  midiout.open_virtual_port("Bateria MIDI") #Cria porta MIDI virtual
8  os.system("aconnect 130:0 128:0")
9
10 #Definindo variaveis globais
11 canal = 0x90
12 note_on = [0x90, 50, 60] # channel 1, middle C, velocity 112
13 note_off = [0x80, 50, 0]
14
15 #Variaveis Suporte
16 statusBotao = []
17 statusBotaoA = []
18
19 #Definindo I/O
20 gpio.setmode(gpio.BCM)
21 #porta, I/O, pull.UP/DOWN
22 gpio.setup(23, gpio.IN, gpio.PUD_DOWN)
23
24
25 with midiout:
26     while True:
27         if gpio.input(23) == gpio.HIGH:
28             midiout.send_message(note_on)
29             time.sleep(0.01)
30         else:
31             midiout.send_message(note_off)
32             time.sleep(0.01)
33
```

Fonte: Autores, 2022

CONCLUSÕES

Em suma, com o atual cenário da pandemia no Brasil, muitas pessoas que tinham como fonte de renda a produção de conteúdo musical, tiveram de suspender com suas atividades, visto que em sua grande maioria demandam de uma equipe de instrumentistas para a realização de seu trabalho.

Com o produto desenvolvido espera-se a solução para esse problema, uma vez que ele será capaz de, com apenas um utilizador, simular vários instrumentos de forma programada ou manual. Além de manter o custo de produção com o valor reduzido, abaixo do valor de mercado de produtos com características semelhantes, facilitando assim, a aquisição não só por profissionais da área, mas também por entusiastas, podendo ser utilizado como uma fonte de renda ou somente hobby.

ANEXOS

O presente projeto foi apresentado na XVIII FEIRA DE INOVAÇÃO E PRODUÇÃO ACADÊMICA (FIPA), realizada no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, no período de 29 de novembro a 03 de dezembro de 2021, e foi premiado em 3º lugar, conforme demonstrado no Anexo 01.

Anexo 1 – Premiação FIPA



Categoria: Protótipos ou Produtos tecnológicos

3º Lugar

**Desenvolvimento de Plataforma de Percussão Eletrônica Sintetizadora
de Baixo Custo Utilizando Raspberry**

REFERÊNCIAS

ROCHA, Marcel Eduardo Leal. **A Tecnologia e a Expressão Artística do Guitarrista na Música Pop da Década de Oitenta**. Sonora, v. 2, n. 3, 2016.

FERREIRA, Bruno; **Música enfrentando a COVID-19: uma análise da cena musical do Vale do Paraíba durante a pandemia**. São Paulo, 2020.

GAMBETTA, M. L. Valuation - **cálculo do valor de uma microempresa varejista de instrumentos musicais pelo método de fluxo de caixa descontado. Um estudo de caso em Toledo/Pr**. Rev. Ciência Empres. UNIPAR, Umuarama, v. 17, n. 1, p. 111-130, jan./jun. 2016.

SOARES-QUADROS JUNIOR, J. F. .; ROMÁN-TORRES, C. M. .; DINIZ NETO, A. J. G. .; SANTANA, I. F. . **O uso da música para a regulação do estado de ânimo no período pós-COVID-19**. Revista Música, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 397-416, 2020. DOI: 10.11606/rm.v20i2.180074. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistamusica/article/view/180074>. Acesso em: 22 abr. 2021.

TAVARES, Nayana Pinheiro; NASCIMENTO, Daniele M.Vieira do (Orgs.). **Atenção à saúde da pessoa idosa e Covid-19: orientações para um enfrentamento saudável**. Recife: EDUFRPE, 2020. 43 p.:il.

VANCER, Dyla; SHAH, Priyanka; SATALOFF, Robert T. **COVID-19: Impact on the Musician and Returning to Singing**; A Literature Review. Journal of Voice. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.12.042> . Acesso em: 22 abr. 2021.

MONK, Simon. **Movimento, luz e som com Arduino e Raspberry Pi**. Novatec Editora, 2019.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a cada membro desse projeto, pela oportunidade de troca de conhecimento, pelo empenho, pelo companheirismo e pela vontade de fazer com que cada parte desse projeto fosse bem sucedida.

Agradecemos também ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí, a todos os professores vinculados ao curso de Engenharia de Computação que forneceram parte do embasamento para o desenvolvimento deste projeto, assim como ao Edital 12/2021 - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação do IFMG - Campus Bambuí.

PARECER DO ORIENTADOR

(Parte do Cabeço)