



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Instituto de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO USANDO A INDUÇÃO
ELETROMAGNÉTICA E PIEZOELETRICIDADE APLICADOS AOS
SENSORES DE GUITARRAS E VIOLÕES**

Israel Maxson Ribeiro de Souza

Orientador:

Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Orientações para a obtenção e montagem da parte experimental associada a dissertação de Mestrado de Israel Maxson Ribeiro de Souza apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Pará.

Belém-Pará

Agosto-2018

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1.1 – ORIENTAÇÕES GERAIS.....	4
1.2 – FONTE DE RETIFICAÇÃO	5
1.3 – O CIRCUITO ELÉTRICO DOS CAPTADORES	8
1.4 – ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DA CAIXA DO BICÓRDIO	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem por objetivo propor uma sequência de ensino investigativo como metodologia, para construir conceitos de magnetismo e eletricidade aplicados aos sensores de guitarras e violões.

A indução eletromagnética é o princípio físico usado na maior parte das usinas geradores de eletricidade. Nesse processo a produção de energia elétrica se faz pelo movimento contínuo de um campo magnético próximo a um circuito fechado. Porém com o aumento da demanda de energia no mundo, tem-se fomentado em centros de pesquisas e universidades a diversificação da matriz energética atual com uso de fontes alternativas de energia devido aos impactos ambientais que as formas tradicionais de energia causam ao ambiente. (RANGEL, 2014)

Uma das promessas de produção de micro geração de energia limpa, a baixo custo, é a piezoeletricidade. Ela ocorre em certos materiais (naturais ou cerâmicos) que tem a propriedade de gerar cargas elétricas quando são pressionados. (FERREIRA, 2017)

Hoje todo sistema de geração de imagens por ultrassonografia usa piezoeletricidade para geração e captação de som. As aplicações não se limitam à área médica. Também em controles de qualidade de inúmeros objetos industriais, a ultrassonografia é implementada. Ondas sonoras geradas com piezoeletricidade são ainda aplicadas na medicina em ecocardiografia, litotripsia extracorpórea e para estímulo de circulação. Em aplicações mais próximas de nossa vivência, encontramos a piezoeletricidade em balanças de supermercado, em acendedores de fogão e em microfones e captadores de violões e guitarras.

Os métodos de transdução eletromagnética e piezoelétrica são as duas formas mais promissoras para captação de energia cinética (KHALIGH *et al.*, 2010). Uma das aplicações desses dois processos de transformação de energia ocorre nos sensores de guitarras e violões. Os captadores de guitarra elétrica usam a indução eletromagnética (lei de Faraday) para transformar a vibração das cordas de aço em

eletricidade e posteriormente em som. Já os violões de corda de nylon usam a piezoeletricidade para realizar essa transformação.

Utilizando-se do mecanismo de funcionamento desses captadores, construímos uma guitarra artesanal de duas cordas, uma de aço e outra de nylon. Três captadores foram instalados. Um piezoelétrico, um captador original de uma guitarra Tagima e um captador artesanal com 3500 voltas de fio de cobre esmaltado, aproximadamente.

Uma sequência de três aulas experimentais foi elaborada a partir de experimentos simples com materiais magnéticos, cronologicamente semelhantes aos experimentos conduzidos por Faraday até a descoberta da indução. Com essa sequência procuramos construir o conceito de campo magnético e descrever a forma do magnetismo que certas fontes apresentam como ímãs e fios de corrente bem como as transformações de energia mediadas por esses campos.

E por último, preparamos uma aula demonstrativa onde mostramos onde esses fenômenos são aplicados em nosso dia a dia através do bicórdio elétrico.

1.1 – ORIENTAÇÕES GERAIS

Para facilitar a construção do conceito de campo magnético e a geração de energia a partir de sua variação, foi elaborada uma sequência de aulas experimentais investigativas auxiliadas por um conjunto de materiais de apoio à execução das atividades. Alguns desses materiais podem ser comprados em qualquer loja de eletrônica ou podem ser obtidos em oficinas de eletrônicas, oficinas de concerto de bombas d'água, retíficas de motores, lojas de instrumentos musicais, ou em um brechó de eletrônicos usados.

Para que os alunos possam participar da montagem dos experimentos, o professor deve estimular os grupos a cooperarem na aquisição de alguns utensílios que podem ser facilmente obtidos em casa ou comprados por serem materiais de baixo custo.

Os ímãs podem ser obtidos de autofalantes, porém optamos por comprar, pela internet, alguns modelos de maior poder magnético (ímãs de neodímio) devido

ao seu formato adaptado para realizar as primeiras aulas experimentais, as rotações eletromagnéticas e os processos indutivos da última aula.

As bobinas, tanto podem ser feitas manualmente como podemos retirá-las de motores. No nosso caso, retiramos bobinas de uma de máquina de cortar cabelo, que apresenta uma abertura com diâmetro um pouco maior que o diâmetro dos ímãs de neodímio. Numa delas retiramos o núcleo ferro magnético. As demais bobinas formam enroladas com a ajuda do dispositivo montado conforme a figura 1.1. Esse dispositivo pode ser montado facilmente acessando tutoriais no youtube que ensinam a fabricá-lo como em <https://www.youtube.com/watch?v=EaL4Mo5tlml>.



Figura 1.1 – Dispositivo montado para enrolar e contar o número de voltas das bobinas. Fonte: Arquivos do autor.

1.2 - FONTE DE RETIFICAÇÃO

As fontes que podem ser usadas para fazer as rotações eletromagnéticas são muito restritas. As pilhas e baterias são ideais, porém sem poder alterar as suas voltagens nos limitamos a explicar a regra da mão direita sem poder mostrar a proporcionalidade entre corrente e campo magnético gerado. Os carregadores de celular ou de notebook podem ser usados. O problema é que fontes desse tipo, além de serem fabricadas com tensões fixas, algumas delas não retificam continuamente a corrente, como por exemplo, as de notebook, pois elas geram pulsos intermitentes de corrente contínua. Por isso, achamos melhor fabricar uma fonte bem simples que ajusta a tensão até 20 V DC e que retifica a corrente com excelente estabilidade, equivalente a de uma pilha ou bateria comum. A figura 1.2 mostra o esquema elétrico da fonte ajustável.

Como foi salientado, o professor dever ter certa habilidade em soldar componentes eletrônicos numa placa de circuito e ter as ferramentas necessárias para isso como a solda, o ferro de solda, alicate de corte, etc. Uma furadeira é necessária para fazer os orifícios dos terminais de cada componente.

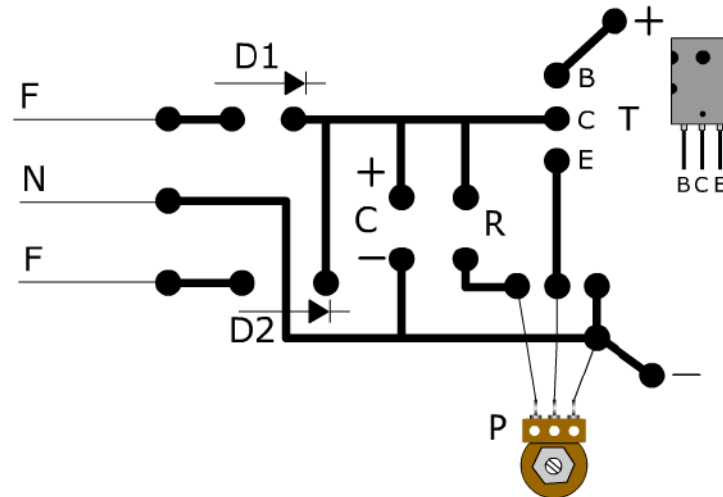


Figura 1.2 - Esquema para fazer a trilha na placa de cobre e a posição dos componentes.
Fonte: Arquivos do autor.

Peças da fonte:

- 1) Dois diodos retificadores 6A10. (D1 e D2)
- 2) Um capacitor eletrolítico 2200 μ Fx50V. (C)
- 3) Um resistor de 680 Ω . (R)
- 4) Um potenciômetro B10k (P)
- 5) Um transistor RSC5200 (T)
- 6) Um knob
- 7) Uma placa de cobre de 6cm x 4,5 cm.
- 8) Dois bornes com parafuso
- 9) Um transformador de 30 VAC x 2A.
- 10) Uma caixa suporte.

Para fazer o circuito onde será instalado as peças, desenhamos as trilhas com caneta preta para marcar CD na placa de cobre, conforme o esquema da figura 1.2. Mergulhamos a placa num banho de percloroeto de ferro dentro de um recipiente de vidro ou plástico, durante 10 ou 15 minutos aproximadamente até que todo cobre seja corroído e fique somente as trilhas que foram protegidas pela tinta da caneta

permanente. A figura 1.3 mostra como devem ser ligados o potenciômetro e o transformador na placa depois de pronta. Os furos (pontos pretos) devem ter o diâmetro compatível com o diâmetro dos terminais de cada componente.

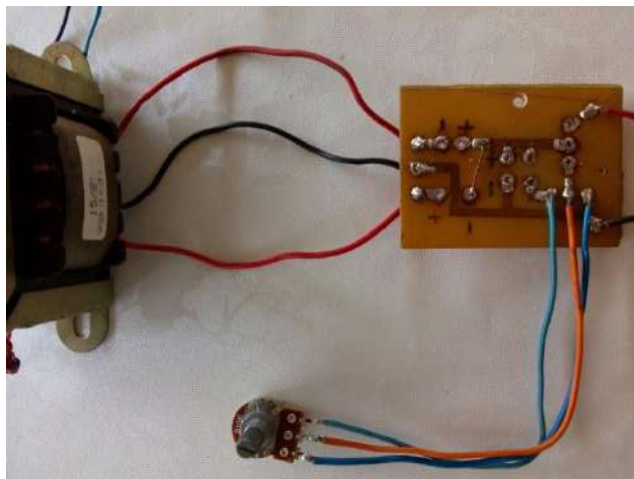


Figura 1.3 - Ligação do transformador e do potenciômetro na placa. Fonte: Arquivos do autor.

Após a confecção da placa, fazemos com uma furadeira os furos nos locais indicados e soldamos as peças (figura 1.5). Por fim colocamos o conjunto dentro da caixa suporte que pode ser comprada em qualquer loja de eletrônica, conforme mostra a figura 1.4.

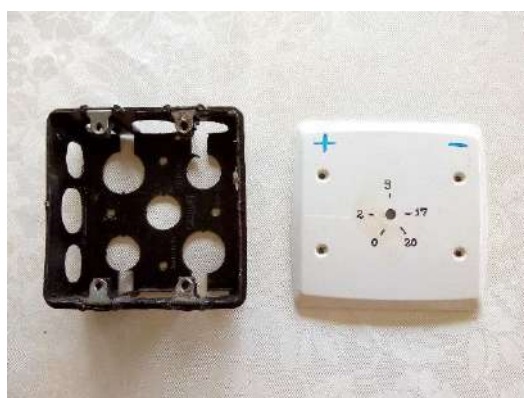


Figura 1.4 - Caixa onde será instalada a fonte e demais acessórios.
Fonte: Arquivos do autor.

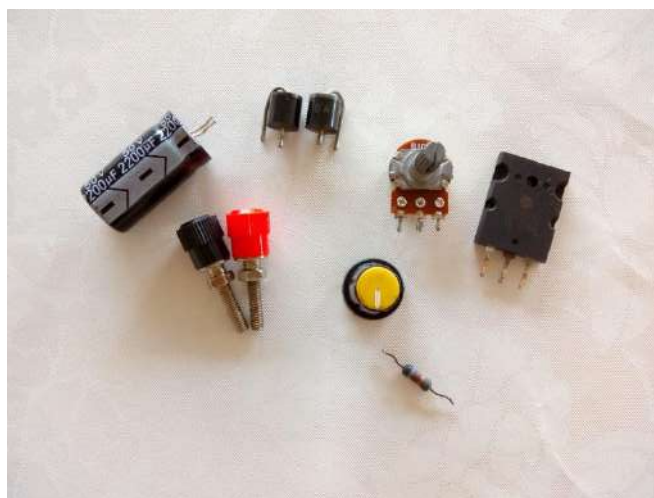


Figura 1.5 - Peças da placa da fonte. Fonte: Arquivos do autor.

1.3 – O CIRCUITO ELÉTRICO DOS CAPTADORES

O professor pode optar por fazer uma montagem mais simples ligando o captador direto no amplificador sem a necessidade de passar pelo circuito interno de uma guitarra original que processa o sinal. O problema é que com essa opção ele terá que fazer a troca manual entre os captadores single e humbucker. Optamos por usar o circuito original para melhorar a qualidade do sinal e fazer a troca de captação de forma rápida a fim de tornar perceptível a audição dos espectadores a diferença de energia sonora produzida pelos processos indutivos e pela piezoeletricidade. A figura 1.6 mostra o esquema elétrico da guitarra Menphys by Tagima MG 230.

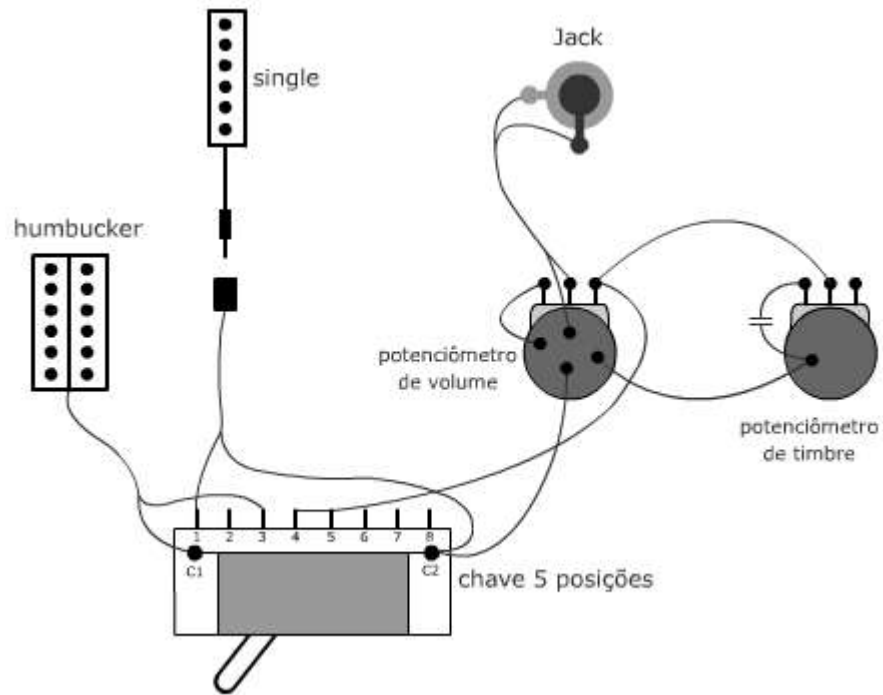


Figura 1.6 - Esquema de ligação da parte elétrica do bicórdio. Fonte: Arquivos do autor.

Peças da parte elétrica do bicórdio:

- 1) Um captador humbucker.
- 2) Um captador single.
- 3) Um captador caseiro
- 4) Um potenciômetro B500k (controla o volume).
- 5) Um potenciômetro A500k (controla o timbre).
- 6) Chave 5 posições.
- 7) Um jack para conectar um cabo P10.
- 8) Um conector P2 na saída do captador single.
- 9) Um adaptador P2 conectado na chave 5 posições.
- 10) Uma pastilha piezoelétrica de 35mm de diâmetro.

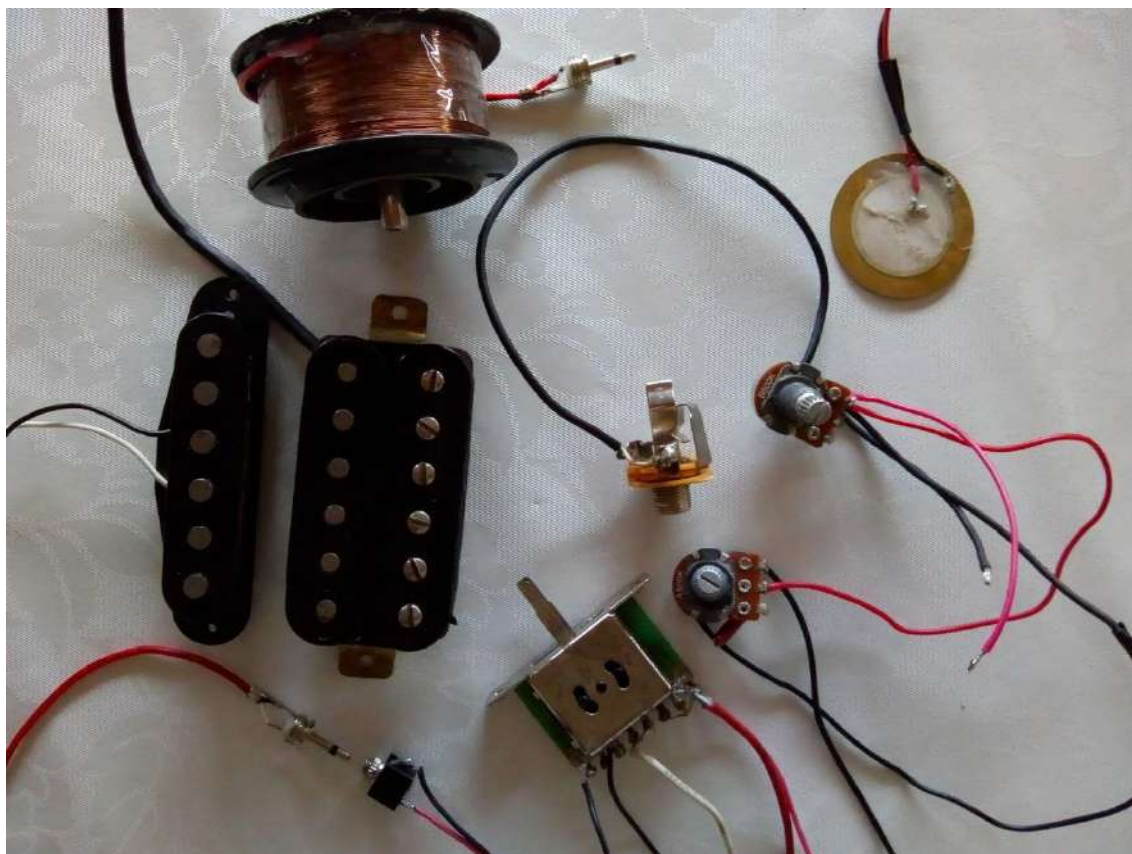


Figura 1.7 - Peças da parte elétrica do bicórdio. Fonte: Arquivos do autor.

A soldagem da pastilha piezo é bem simples. Na parte branca da pastilha, soldamos um fio vermelho que será o positivo e na parte externa, soldamos um fio preto, que será o negativo. Na outra extremidade desse cabo conectamos um plug P10 que será plugado na caixa amplificadora. A pastilha piezo pode ser facilmente encontrada em qualquer loja de equipamentos eletrônicos por preços acessíveis.

1.4 - ESQUEMA DE FABRICAÇÃO DA CAIXA DO BICÓRDIO

A caixa foi feita em compensado de espessura 15 mm. Os tamanhos dos cortes são mostrados na figura 1.8. Todas as medidas estão em centímetros. Os cortes foram pintados de branco pelo lado de fora para preservar o compensado da umidade.

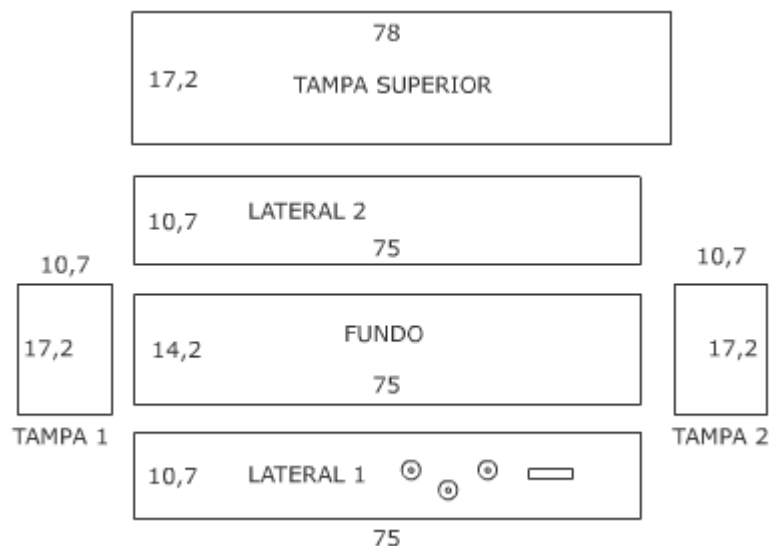


Figura 1.8 - Medidas dos cortes para montar a caixa. Fonte: Arquivos do autor.

Em umas das laterais foram feitos três furos de 26 mm de diâmetro com a chave serra copo para instalar os potenciômetros e o jack e um furo retangular de 3,5 cm x 12 mm, feito com uma serra tico-tico para encaixar a chave de 5 posições conforme a figura 1.9.

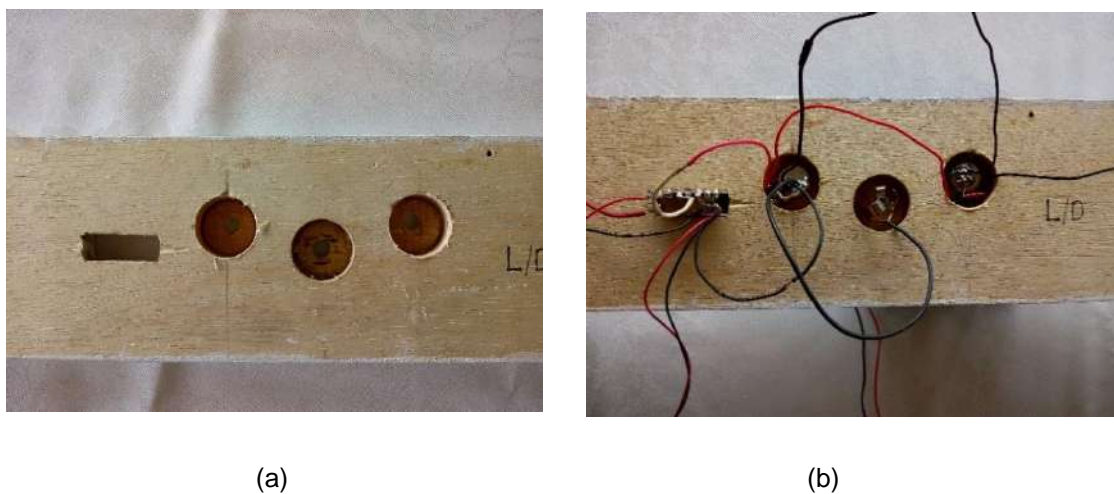
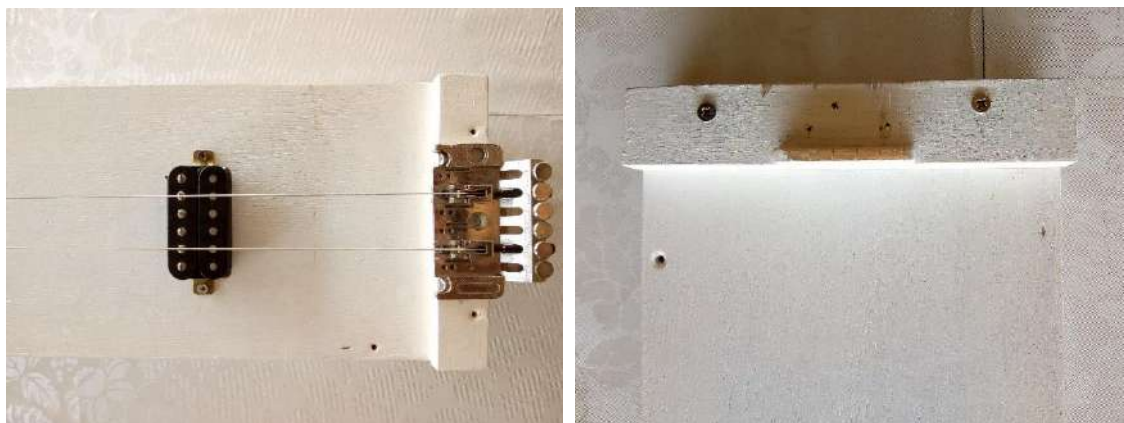


Figura 1.9 - Furos circulares na lateral da caixa em (a) para fixar os controles de volume, tone e captação além do jack e em (b) as peças já instaladas. Fonte: Arquivos do autor.

Numa das extremidades da tampa superior fixamos uma ponte de guitarra e na outra uma pestana de violão para apoiar as duas cordas. Sobre a tampa próximo a ponte, fixamos o captador humbucker conforme mostrado na figura 1.10.



(a)

(b)

Figura 1.10 - Local de fixação da ponte em (a) e da pestana em (b). Fonte: Próprio autor.

Na lateral, próximo a pestana, instalamos duas tarraxas que servem para afinar as cordas. As tarraxas também foram retiradas de uma guitarra sem uso conforme podemos visualizar na figura 1.11.



Figura 1.11 - Local de fixação das tarraxas. Fonte: Arquivos do autor.

Por último, colocamos as cordas. A de aço é uma E (Mi) afinada em D (ré) e a de nylon é uma A (lá) afinada em G (Sol). O aspecto final do bicórdio é mostrado na figura 1.12.

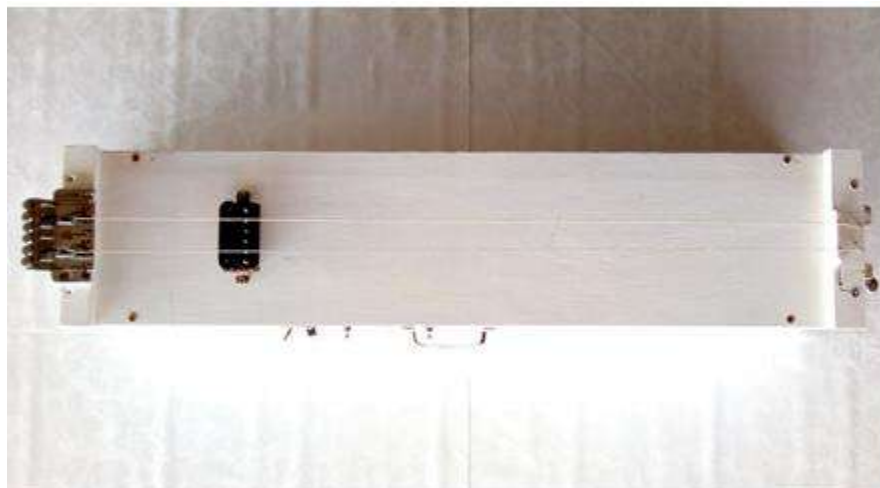


Figura 1.12 - Bicórdio elétrico depois de pronto. Fonte: Arquivos do autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 15, 2002.

KHALIGH A.; ZENG C.; ZHENG C. **Kinetic Energy Harvesting Using piezoelectric and electromagnetic Technologies State of the Art**. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 57, nº 3, march 2010.

RANGEL, R. F. **Caracterização de uma Célula Tubular Piezoelétrica para Geração de Eletricidade**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. UFPb. João Pessoa, p. 99. 2014.

TEIXEIRA I.M.C, Teixeira J.P.C. **Conceitos Básicos de Electrónica**. 2003

HALLIDAY D, RESNICK R. WALKER J. **Fundamentos de Física**. 8ª ed. Rio de Janeiro. LTC, 2008

BRASIL, M. D. M. E. E. **Matriz Energética Nacional 2030**. MMEPE. Brasília. 2007.

BRAGA, Newton C. **Curso de Eletrônica, Eletrônica Básica**. São Paulo 2012.

BRAGA, Newton C. **Banco de circuitos, 100 circuitos de fontes I**. São Paulo 2017.

BRAGA, Newton C. **Banco de circuitos, 100 circuitos de fontes II**. São Paulo 2017.