ADAPTAÇÃO DE VIOLÃO PARA DEFICIENTES FÍSICOS VOLTADA A MUSICOTERAPIA

GUITAR ADAPTATION FOR PHYSICAL DEFICIENT FOCUSED ON MUSICTHERAPY

Felipe Santana Santos, Mateus Malheiros Soeiro, Kauê Wendt Sabino, Henrique Duarte Pirauá Cabral, Yuri Silva Cruz Storino

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia da Computação
E-mail para contato: felipesantanasantos1812@gmail.com, kauesabino@hotmail.com, mateusmsoeiro@outlook.com.br, hpiraua@gmail.com

RESUMO – A deficiência física pode afetar diretamente a autonomia e o bem-estar de uma pessoa, tornando tarefas simples do dia a dia um grande desafio. A musicoterapia se aplica como um método capaz de proporcionar inclusão e reabilitação por meio da música. Esse projeto propõe uma adaptação tecnológica de um violão de 6 cordas para pessoas com deficiência em um dos membros superiores. Para aplicação foi utilizada a Raspberry Pi 4 como controlador, seis servomotores MG996R, um suporte 3D impresso, uma interface gráfica com tela touchscreen e programação feita utilizando linguagem Python. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade da solução como ferramenta de apoio terapêutico e inclusão, mostrando o potencial da integração entre tecnologia e o estilo de terapia proposto.

Palavras-chave: Deficiência; Musicoterapia; Violão; Raspberry Pi; Terapia.

ABSTRACT – Physical disabilities can significantly impact an individual's autonomy and well-being, making everyday tasks challenging. Music therapy emerges as an effective method for promoting inclusion and rehabilitation through music. This project proposes a technological adaptation of a six-string guitar for individuals with upper limb disabilities. The implementation utilizes a Raspberry Pi 4 as the controller, six MG996R servomotors, a 3D-printed support structure, a touchscreen graphical interface, and programming developed in Python. The results demonstrated the feasibility of the solution as a therapeutic and inclusive support tool, highlighting the potential of integrating technology with the proposed therapy method.

Keywords: Disability; Music therapy; Guitar; Raspberry Pi; Therapy.

1 INTRODUÇÃO

É considerado deficiente o indivíduo que, por alguma razão, possui dificuldades, sejam elas mentais, intelectuais, sensoriais ou físicas, em suas atividades cotidianas e na interação com as demais pessoas (República Federativa do Brasil, 2007). O tipo de deficiência é definido através de um exame ou, conforme a situação, será definido por análise de documentos comprovatórios. Entre os tipos existentes de deficiência estão a física, auditiva, visual e mental (República Federativa do Brasil, 2015).

A deficiência física é definida como a alteração completa ou em partes do corpo humano, de modo que o indivíduo possa ter dificuldades em realizar as funções, que para um ser humano sem deficiência, seria comum (República Federativa do Brasil, 2015). Alguns exemplos de deficiência física são a amputação ou ausência de um membro, seja por perda do membro ou questões biológicas desde o nascimento, seja a paraplegia, que é a paralisação dos membros inferiores, ou a paralisia cerebral, que é alteração neurológica que afeta os movimentos, ou outros tipos (Ministério da Saúde, 2024).

Segundo o ministério da saúde, cerca de 45 milhões de brasileiros (23,92% da população) são deficientes, sendo, dentre estes, 13 milhões portadores de deficiências físicas (Ministério da Saúde, 2024).

Conforme relatado, a problemática de efetuar as funções rotineiras para alguém que possui deficiência física é muito maior, tendo em vista que, as tarefas a serem realizadas no dia a dia já não se tratam das mesmas. A autonomia que se havia antes, passa a não existir, afetando não apenas o próprio, mas a todos ao seu redor (Oliveira e Paraná, 2021). Por conta da necessidade de ajuda no tratamento e nos afazeres de casa comuns, o psicológico é afetado e causa condições negativas ao paciente, trazendo incertezas sobre o futuro e sobre si mesmo (Bortoli, 2022).

É possível pontuar que, uma das maneiras que essas pessoas deficientes podem se desenvolver de forma positiva e que ajude na inclusão social é o contato com a música. A música tem efeitos benéficos no desenvolvimento emocional e na inclusão social, podendo também ser usadocomo uma forma de instrumento medicinal que estimula a expansão cognitiva, psicomotora, afetiva e educacional. Com isso, a utilização da música como uma

forma de terapia se destaca para auxílio da reabilitação e recuperação dessas pessoas (Martins, 2017).

A musicoterapia, um tipo de terapia utilizando a arte musical, é realizada por um músico capacitado que usa a música e os seus demais elementos para estimular o aprendizado, a inclusão social, a expressão, entre outros, com o intuito de proporcionar a criatividade, o autoconhecimento dos interesses e escolhas (Martins, 2017). Devido a evolução da tecnologia, diversos instrumentos musicais foram sendo adaptados para pessoas com deficiência física, o auxílio de controladores que automatizam parte do processo.

A automação surgiu com a finalidade de melhorar os sistemas e dispositivos de controle existentes, tornando a necessidade de intervenção humana mínima em processos e tarefas, substituindo as ações manuais, aumentando a eficiência e diminuindo os riscos nas operações (Tecnomira, 2023). Com o avanço da tecnologia, surgiram os controladores programáveis, um exemplo é o Raspberry Pi, um computador de baixo custo e de tamanho reduzido.

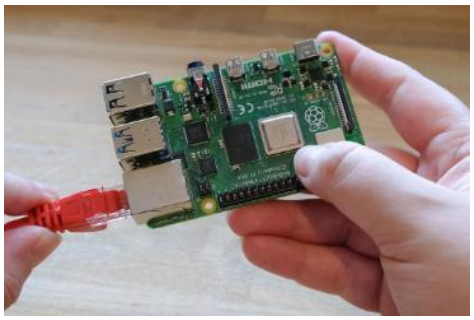
Dentre os projetos com Raspberry Pi, há um multímetro voltado para pessoas com deficiência visual, instrumento de medição usado em laboratórios de engenharia elétrica e ambientes profissionais, permitindo que o usuário o configure através da audição, ou seja, conectando um fone de ouvido ou um alto falante (Carvalho, 2020).

O presente artigo tem como objetivo criar uma adaptação computadorizada de um violão de 6 cordas para pessoas com deficiência física no membro superior direito, usando a musicoterapia como método de tratamento fisioterapêutico fazendo com que o deficiente se sinta capaz de praticar a música.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O controlador escolhido para o projeto é o Raspberry Pi 4 que possui 40 GPIO e memória RAM de 4GB. Também possui alimentação via USB-C, dois conectores micro HDMI, um slot de cartão microSD, duas entradas USB 3.0 e duas entradas USB 2.0, estas para transferência de dados e uso de periféricos. Além disso, dispõe de Wi-Fi e *Bluetooth* integrado, uma porta Ethernet para cabo de rede e o recurso de utilizar sistemas operacionais instalados no microSD (Raspberry Pi Foundation, 2024). O modelo utilizado pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: Raspberry Pi 4.



O Raspberry Pi OS é um sistema operacional gratuito baseado em Debian e adaptado para o *hardware* do Raspberry Pi, com versões disponíveis de 32 ou 64 bits. Para utilizar esse ou qualquer outro sistema operacional no Raspberry Pi, é necessário um cartão microSD ou pen drive para que o microcomputador seja capaz de inicializar o sistema operacional, além de poder acessar a internet e algumas aplicações nativas (Raspberry Pi Foundation, 2024).

O violão utilizado para validação do projeto foi o modelo GCX-15N (Giannini, 2025), sendo referência para o encapsulamento 3D, o posicionamento dos servomotores e da Raspberry Pi. Por ser um instrumento de 6 cordas, será fundamental testes de precisão, garantido que os servomotores toquem cada corda com a intensidade e precisão necessária. Além disso, as dimensões e características de sua estrutura influenciam diretamente no design do suporte 3D e no posicionamento dos componentes eletrônicos. O violão pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2: Violão a ser utilizado na validação.



O servomotor MG996R é um modelo de alto torque com sistema de controle aprimorado, oferecendo maior precisão e resistência. Com torque entre 9,4 e 11 kgf·cm, se trata de uma versão atualizada do MG995, utilizado em diversas aplicações como aeromodelos, impressoras

3D, controle de válvulas e robótica de baixo custo (Handson Technology, 2025) (Kalatec, 2024). No projeto, foi definido o uso de seis servomotores MG996R, um para cada corda do violão, devido à sua força e controle adequados para efetuar os toques. Foram realizados testes práticos com o auxílio de um multímetro para medir a corrente consumida por cada servomotor durante o acionamento de uma corda do violão, com o objetivo de verificar se a corrente de operação atinge os 500mA mínimos especificados pelo fabricante, também verificando se a corrente fornecida é suficiente para as cordas alcançarem o tom correto.

Para que os componentes do circuito recebessem a tensão adequada, foi utilizado um módulo dedicado a regulagem de tensão. O módulo DC-DC Buck Step-Down é um regulador de tensão variável, capaz de receber uma tensão de entrada entre 6V e 40V, regulando a saída de 1,25V até 36V. Suporta uma corrente máxima de saída de 20A e uma carga de trabalho de até 300W, sendo ideal para aplicações de alta potência (Rajguru Electronics, 2025), por isso, foi definido seu uso no projeto.

A linguagem Python, conhecida por sua simplicidade e versatilidade, foi utilizada no controle da Raspberry Pi, possibilitando a programação dos pinos GPIO (*General Purpose Input/Output*) para viabilizar a comunicação entre os componentes do sistema (Python Software Foundation, 2024). Além disso, foi responsável pela conversão das notas musicais das partituras em comandos para movimentação dos servomotores. A biblioteca RPI.GPIO foi fundamental nessa integração, permitindo o controle direto dos pinos de entrada e saída, garantindo a manipulação precisa dos sinais elétricos necessários.

Foram realizados testes iniciais com arquivos TXT e PDF contendo músicas pré-definidas, utilizando a biblioteca de leitura nativa do Python e a biblioteca PyPDF, ambos para leitura e conversão das partituras e cifras. Ao todo, cinco partituras e três cifras foram testadas, com três execuções por arquivo, e a precisão foi avaliada com base nos acertos de leitura em ambas as bibliotecas. Para isso, foram utilizadas três músicas previamente definidas: “Live Forever” de Oasis, “Anunciação” de Alceu Valença e “Tempo Perdido” de Legião Urbana.

Além dos testes para leitura de arquivos, foi realizada uma verificação referente à interpretação musical pelo *software*, sendo elas músicas de batidas ou dedilhadas. Pois a diferença entre elas poderia ser má compreendida na conversão automática do arquivo. Ao todo

foram utilizadas cinco músicas já escolhidas, sendo três delas, já utilizadas no teste entre TXT e PDF: As três músicas previamente definidas e como forma de incremento, também utilizadas mais duas músicas de dedilhar: “Céu Azul” de Charlie Brown Jr e “Trem-Bala” de Ana Vilela. Essa seleção buscou o teste de diferentes padrões musicais, possibilitando uma avaliação mais abrangente da capacidade do sistema em diferenciar corretamente os estilos.

Foi desenvolvida uma peça impressa em 3D como encapsulamento para os servomotores, que repousará sobre o violão sendo fixado em furos feitos no violão utilizando parafusos máquina e porcas autotravantes. Para criar o modelo 3D foi utilizado o software de CAD 3D, CAM e CAE Autodesk Fusion 360, e foi utilizada a impressora Bambu Lab X1 Carbon Combo com o filamento ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) para imprimir.

Foi planejado o desenvolvimento de uma peça inicial com o intuito de validar os encaixes dos servomotores, o alinhamento dos servomotores com as cordas e as dimensões do encapsulamento.

O projeto passou por alguns ajustes utilizando software de modelagem 3D, para melhorar seu posicionamento e fixação dos componentes. O teste foi realizado utilizando um servomotor encaixado ao encapsulamento, e o encapsulamento sendo posicionado em cima da boca do violão.

Para conectar a Raspberry aos servomotores, foi prototipado uma PCB (*printed circuit board*) utilizando o software KiCad, feita em uma placa de fibra de vidro usando a prototipadora PCB-Proto 1S, em que foi desenvolvido o esquemático e depois a PCB do circuito principal projeto, planejado ter as medidas de 7,89x11,53 cm. Já a interface, foi utilizada a biblioteca TkInter para a construção do *layout* e um *display touchscreen* de 7 polegadas para exibição do menu de seleção das músicas. Foram realizados os testes avaliando se o *touch* teria melhor usabilidade no quesito de manuseio da interface, verificando possíveis travamentos e toques mal correspondidos, verificando a possibilidade do uso do mouse.

Além da impressão do suporte da palheta, projetado para garantir que os servomotores tocassem a corda desejada, foi desenvolvido também um encapsulamento para o display, fixado ao instrumento por parafusos. Essas etapas permitiram avaliar a adequação das dimensões, o

roteamento dos cabos, a distância entre os suportes e a posição final dos componentes no corpo do violão, assegurando integração funcional e ergonômica com o instrumento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O suporte 3D apresentou necessidade de modificação de suas dimensões, havendo uma diminuição de 1 cm de comprimento, um aumento de 3cm de largura e elevando o suporte dos servomotores em 0,5cm em relação à versão anterior, as novas medidas são 14,5cm de comprimento por 12cm de largura. Na Figura 3, é possível notar a comparação entre os encapsulamentos, a correção das dimensões dos encaixes dos servomotores e a altura dos suportes foi aumentada, resultando em um alinhamento adequado com as cordas do violão.

Figura 3: Comparação entre encapsulamentos atual (direita) e anterior (esquerda).



Durante os testes de documentos PDF, analisou-se que nas nove execuções realizadas, três para cada música, a interpretação do arquivo se mostrou imprecisa devido à quantidade de informações presentes na partitura, como símbolos musicais, marcas de compasso e disposição em múltiplas linhas e, desse modo, o leitor desconsiderava alguns dos acordes que deveriam ser tocados, prejudicando a experiência do usuário ao tocar as músicas.

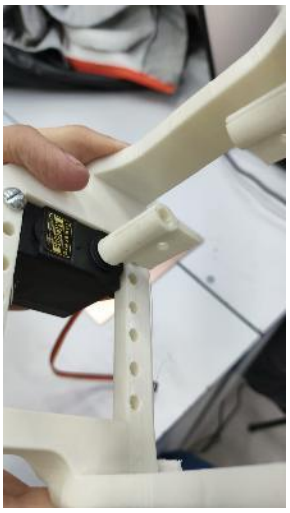
Em contrapartida, os arquivos TXT apresentaram um acerto de 100% nos três arquivos de teste realizados, com uma leitura clara e sem omissões das cifras. A partir disso, foi decidido utilizar o formato TXT para leitura das cifras em vez de partituras.

Dentre as validações de interpretação musical com a utilização do *software*, observou-se uma imprecisão na marcação das notas de músicas que utilizam batidas, onde alguns acordes e toques de cordas não eram interpretados pelo código. Entretanto, nos testes feitos com músicas

dedilhadas, a conversão se mostrou mais assertiva na passagem de informação do arquivo para o *hardware* do projeto.

Como resultado das impressões do suporte para a palheta, constatou-se que o primeiro modelo, de formato quadrado, apresentava dimensões excessivas, o que não apenas dificultava o encaixe da palheta, mas também gerava atrito entre os servomotores. Para resolver esse problema, foi realizada uma redução de 2 cm em cada lado do suporte, além da adoção de um formato cônico, compatível com a engrenagem do servomotor. Esse novo modelo proporcionou melhor alinhamento e funcionamento conjunto dos atuadores, conforme ilustrado na Figura 4.

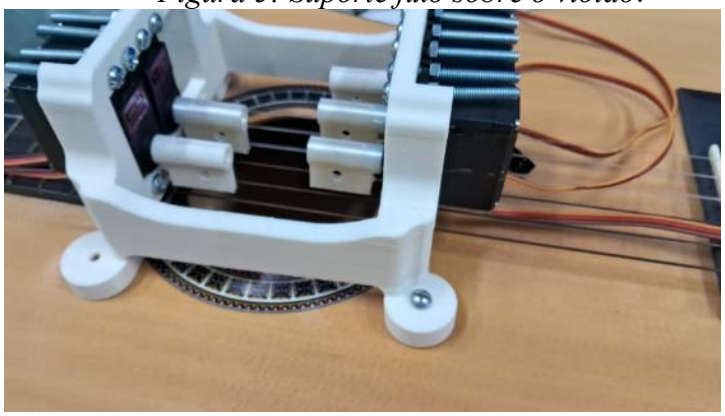
Figura 4: Suporte 3D da palheta fixado no servomotor.



Já nos experimentos com os servomotores, observou-se que cada um, individualmente, trabalhou, em média, com um consumo de corrente de 150mA, o que foi bem satisfatório, pois a corrente consumida estava bem abaixo da estimativa inicial de 500mA.

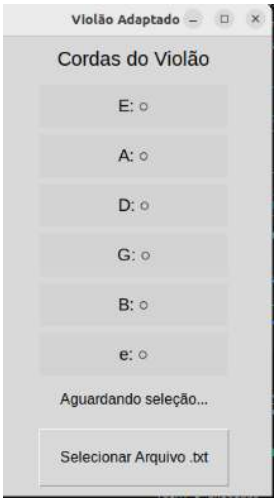
Além disso, notou-se que a força exercida pelos servomotores foi suficiente para alcançar o tom esperado nas cordas do violão, de forma clara. Esse resultado indica que a corrente consumida durante os testes é suficiente para gerar a intensidade sonora adequada para que o usuário escute de forma nítida as cordas sendo tocadas. Após os testes, o suporte pode ser fixado sobre o violão conforme a Figura 5.

Figura 5: Suporte fixo sobre o violão.



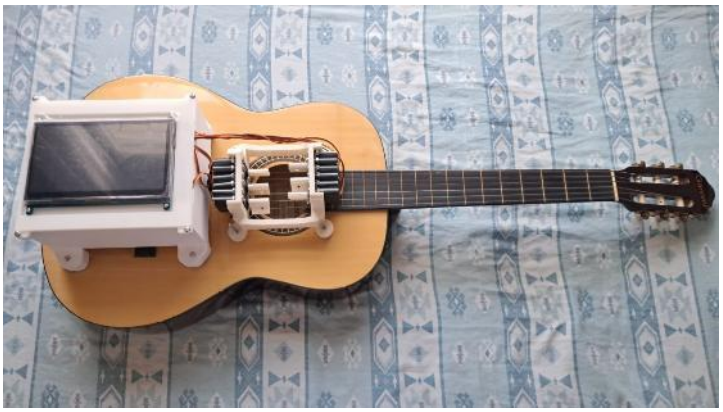
Em paralelo aos testes feitos com os servomotores, foi avaliado que a utilização do *touch* se mostrou funcional na seleção dos arquivos, vendo que, todos os toques foram correspondidos de forma correta, com alguns pequenos atrasos na tela que não prejudicaram o uso do sistema. Dessa forma, constatou-se que o uso de mouse ou teclado se tornou desnecessário. A interface utilizada pode ser visualizada na Figura 6.

Figura 6: Interface para a seleção de música.



Com a impressão do suporte para o *display*, identificou-se a necessidade de aumentar em 2 cm a área de encaixe e fixação da tela, bem como aumentar a área de passagem dos cabos de conexão, a fim de garantir alinhamento adequado, reduzir tensões nos fios e assegurar uma montagem segura do componente no corpo do violão. Após essas modificações, o suporte foi instalado com êxito, conforme a Figura 7.

Figura 7: Suporte para o display.



Com a finalização da estrutura foi possível observar que, através de um teste geral do sistema, utilizando do *hardware* e *software* para tocar as músicas de dedilhar escolhidas, o projeto se mostrou compelindo ao seu objetivo. Foi testado em conjunto, a utilização do aplicativo de leitura de partituras na tela *touchscreen*, a resposta dos servos para tocar as cordas do instrumento e a aplicação do conjunto nas músicas. Ao todo, foram testadas duas vezes, cada uma das músicas selecionadas.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do projeto mostrou que é possível unir tecnologia e música para ajudar pessoas com deficiência física em um dos membros superiores. A adaptação do violão, com servomotores controlados pela Raspberry Pi, suportes 3D e interface *touchscreen*, funcionou bem, permitindo tocar músicas dedilhadas de arquivos TXT com precisão. Durante os resultados, foi visto a eficiência do arquivo TXT para leitura das cifras e, junto disso, os ajustes nos suportes 3D para alinhar corretamente os servos e palhetas, resultaram em execução musical clara e sem atritos. Com isso, o objetivo de criar uma solução tecnológica acessível, na junção de engenharia e musicoterapia, foi atingido. Ademais, como forma de continuidade no futuro, seria possível aprimorar a interface, utilizar da compatibilidade com outras plataformas e usar a inteligência artificial para acompanhar o desempenho do usuário, personalizando assim ainda mais a experiência.

5 REFERÊNCIAS

Bortoli F. Saúde mental para pessoas com deficiência. 2022. Disponível em: https://www.psicologo.com.br/blog/saude-mental-para-pessoas-com-deficiencia/ . Acessado em: 08 Mar. 2024.

Carvalho PP. Multímetro falante voltado para deficientes visuais. 2020. Disponível em: https://prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2020P17785A35548O523.pdf . Acessado em: 11 Mar. 2024.

Giannini. Violão acústico Giannini Estudo GS-15 Natural. 2025. Disponível em: https://www.giannini.com.br/produtos/violao-acustico-giannini-estudo-gs-15-natural-n/ . Acessado em: 15 Mar. 2025.

Grupo Kalatec. Servo motor: o que é um, como funciona e quais as vantagens?. 2024. Disponível em: https://blog.kalatec.com.br/o-que-e-servo-motor/ . Acessado em: 09 Jul. 2024.

Handson Technology. MG996R. 2025. Disponível em: https://www.handsontec.com/dataspecs/motor_fan/MG996R.pdf . Acessado em: 26 Jun. 2024.

Martins R. Inclusão da Pessoa com deficiência. 2017. Disponível em: https://blog.freedom.ind.br/inclusao-da-pessoa-com-deficiencia-pela-musica . Acessado em: 08 Mar. 2024.

Ministério da Saúde (BR). 11/10 – Dia da Pessoa com Deficiência Física. 2024. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/11-10-dia-da-pessoa-com-deficiencia-fisica/ . Acessado em: 08 Mar. 2024.

Oliveira TKP de, Paraná CMO de B. Deficiência física adquirida e aspectos psicológicos: uma revisão integrativa da literatura. 2021. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-093X2021000200008 . Acessado em: 08 Mar. 2024.

Python Software Foundation. Python Geral. 2024. Disponível em: https://docs.python.org/pt-br/dev/faq/general.html . Acessado em: 24 Jul. 2024.

Rajguru Electronics. Buck Converter Module. 2025. Disponível em: https://rajguruelectronics.com/Product/21609/300W%2020A%20DC-DC%20Buck%20Converter_datasheet.pdf . Acessado em: 13 Jun. 2025.

Raspberry Pi Foundation. Raspberry Pi 4 Model B. 2024. Disponível em: https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b . Acessado em: 26 Jun. 2024.

República Federativa do Brasil. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm . Acessado em: 08 Mar. 2024.

República Federativa do Brasil. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. 2015. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/205855325/lei-13146-15 . Acessado em: 08 Mar. 2024.

Tecnomira. Entenda os objetivos dos controladores industriais. 2023. Disponível em: https://tecnomira.com.br/entenda-o-objetivo-dos-controladores-industriais/ . Acessado em: 04 Ago. 2024.