

Guitar Healer

Emerson Felipe da Costa Aguiar *

Jean Carlos do Nascimento Cunha ** Kenzo Arakawa Watanabe ***

* Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: emersonaguiar@alunos.utfpr.edu.br).

** Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: jean.2022@alunos.utfpr.edu.br)

*** Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: kwatanabe@alunos.utfpr.edu.br)

Abstract: One of the main challenges in a motor rehabilitation process is the loss of interest from patients. The repetitive and monotonous exercises that are part of this process can be quite discouraging. This paper presents an approach to overcome this obstacle: a device designed to stimulate patients in need of finger motor rehabilitation. The main idea is to turn the rehabilitation process into a kind of rhythm game inspired by Guitar Hero, where the patient performs the necessary exercises to play. The device aim to make the rehabilitation process more enjoyable and interesting, preventing the loss of interest from patients and, consequently, enhancing the efficiency of the rehabilitation process.

Resumo: Uma das principais dificuldades em um processo de reabilitação motora é a perda de interesse dos pacientes. Os exercícios repetitivos e monótonos que fazem parte desse processo podem ser muito desestimulantes. Este artigo apresenta uma abordagem para superar esse obstáculo: um dispositivo projetado para estimular pacientes que necessitam de reabilitação motora nos dedos. A ideia principal é transformar o processo de reabilitação em uma espécie de jogo de ritmo inspirado em Guitar Hero, onde o paciente realiza os exercícios necessários para jogar. O dispositivo tem como objetivo tornar o processo de reabilitação mais divertido e interessante, evitando a perda de interesse por parte dos pacientes e, consequentemente, aumentando a eficiência do processo de reabilitação.

Keywords: Physical therapy; Rehabilitation; Video game; Pathologies; Treatment.

Palavras-chaves: Fisioterapia; Reabilitação; Videogame; Patologias; Tratamento.

1. INTRODUÇÃO

A prática da fisioterapia desempenha um papel crucial no tratamento de patologias crônicas e incapacitantes, compreendendo um conjunto de exercícios que exigem repetições contínuas ao longo de um extenso período. No entanto, observa-se que os pacientes frequentemente demonstram desinteresse devido à monotonia desse processo de reabilitação, o que, por consequência, compromete a eficácia do tratamento. Nesse contexto, é essencial buscar abordagens inovadoras e envolventes para manter a motivação dos pacientes, assegurando uma participação ativa e, assim, potencializando os resultados terapêuticos.

Nos últimos anos, temos testemunhado um notável e expressivo aumento no emprego de videogames no âmbito da fisioterapia. Essa abordagem inovadora representa uma sinergia eficaz entre tecnologia e terapia física, visando aprimorar a reabilitação de pacientes. A ascensão dessa prática reflete uma aceitação em crescimento e um reconhecimento cada vez maior dos benefícios terapêuticos proporcionados pelos videogames, abrangendo uma variedade de contextos clínicos. Esse fenômeno não apenas destaca a evolução das práticas terapêuticas, mas também evidencia

a vital importância de integrar tecnologias modernas para otimizar os resultados na área da fisioterapia.

Video games são notoriamente reconhecidos por sua habilidade de envolver e motivar os usuários, destacando-se como uma ferramenta poderosa que pode ser estrategicamente empregada para enfrentar a monotonia frequentemente experimentada pelos pacientes durante as sessões de fisioterapia. Nas próximas páginas, descreveremos uma iniciativa inovadora, focada na criação de um dispositivo especialmente desenvolvido para auxiliar predominantemente pacientes que passaram por um acidente vascular cerebral (AVC). Este dispositivo visa facilitar a recuperação dos movimentos dos dedos, empregando uma abordagem lúdica que se inspira no êxito dos populares videogames, como o Guitar Hero. Este projeto não apenas busca revitalizar a experiência terapêutica para os pacientes, mas também capitaliza sobre a eficácia e a atratividade intrínseca dos videogames para promover uma reabilitação mais envolvente e eficiente.

Inicialmente, o usuário inicia o procedimento selecionando uma faixa musical diretamente por meio do instrumento de controle, desencadeando assim o início do jogo em si. A tarefa atribuída ao jogador é flexionar o dedo correspondente à nota musical no momento em que esta cruza a linha de

referência. O instrumento de controle, por sua vez, transmite sinais por intermédio de um Arduino até a unidade de processamento Raspberry Pi do sistema de fliperama. De maneira interna, o programa do dispositivo é executado pela Raspberry Pi, gerenciando uma série de componentes essenciais, tais como a esteira de LEDs, responsável por representar visualmente as faixas do jogo, a matriz de LED, que mostra um contador de combos que aumenta conforme o acerto sequencial de notas, e a tela LCD, que facilita a seleção de músicas. Essa integração harmoniosa desses elementos tecnológicos resulta em uma experiência de jogo envolvente e tecnologicamente avançada.

É importante destacar que, neste artigo, não assumimos o compromisso de avaliar a aplicabilidade do dispositivo em ambientes clínicos de fisioterapia ou com pacientes reais. Nosso foco principal reside na etapa de desenvolvimento do dispositivo denominado Guitar Healer. Priorizamos a elaboração e aperfeiçoamento conceitual do dispositivo, explorando seu potencial e funcionalidades. Futuras fases de pesquisa e experimentação podem direcionar-se à análise prática da eficácia do Guitar Healer em cenários clínicos específicos e com pacientes reais, a fim de fornecer uma validação mais abrangente e fundamentada.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, realizaremos um conciso resumo e uma discussão acerca de outros trabalhos que desempenharam um papel crucial na inspiração e concepção do Guitar Healer. Exploraremos brevemente as contribuições de pesquisas anteriores que influenciaram diretamente o desenvolvimento do nosso dispositivo, delineando como essas abordagens inovadoras e descobertas pioneiras forneceram a base para a criação do Guitar Healer. Este exame crítico de estudos relevantes permitirá uma compreensão mais aprofundada do contexto em que nosso trabalho se insere, evidenciando a riqueza e a diversidade das contribuições prévias que moldaram a trajetória do Guitar Healer no cenário da reabilitação por meio de video games.

2.1 Serious Games for Wrist Rehabilitation in Juvenile Idiopathic Arthritis.

Este estudo, conduzido por F. Corona et al. [1], destaca os resultados promissores que a reabilitação com vídeo games pode oferecer em ambientes clínicos reais. Os autores deste trabalho dedicaram seus esforços ao desenvolvimento de uma estrutura inovadora que integra tratamento fisioterapêutico com jogos, visando aprimorar a reabilitação de crianças e adolescentes afetados pela Artrite Idiopática Juvenil (AIJ). Essa condição impacta indivíduos desde a infância até os dezesseis anos, mas intervenções fisioterapêuticas têm demonstrado a capacidade não apenas de aliviar a dor, mas também de induzir a remissão espontânea da doença. A estrutura concebida pelos autores revelou-se benéfica tanto para os pacientes quanto para os fisioterapeutas. Além de manter os pacientes engajados e motivados durante o tratamento, a estrutura também oferecia a vantagem adicional de registrar dados de progresso, proporcionando uma valiosa ferramenta de monitoramento para os profissionais de saúde. Embora o artigo ateste as vantagens do uso de vídeo games como complemento aos tratamentos fisioterapêuticos, é importante observar

que, devido ao foco específico do estudo em descrever o experimento realizado e capturar a perspectiva dos pacientes e fisioterapeutas, não são fornecidos detalhes sobre a construção e o funcionamento interno da estrutura desenvolvida.

2.2 Robot-assisted Guitar Hero for finger rehabilitation after stroke

Este artigo, conduzido por Gardner et al. [2], aborda detalhadamente o desenvolvimento pioneiro da primeira versão do FINGER (Finger Individuating Grasp Exercise Robot). Este dispositivo foi concebido com o propósito de oferecer suporte ao tratamento fisioterapêutico de pacientes que enfrentaram acidente vascular cerebral (AVC), visando a recuperação do movimento dos dedos por meio de um jogo de ritmo.

O trabalho fornece uma análise minuciosa da engenharia por trás do FINGER, destacando a precisão no design e elucidando a capacidade única do dispositivo em oferecer diversas formas de assistência aos pacientes durante a realização do jogo. É digno de nota que este artigo representa um teste piloto inicial do FINGER, e os próprios autores reconhecem que há considerável espaço para aprimoramentos no dispositivo.

Ao descrever com minúcia o processo de desenvolvimento do FINGER e evidenciar as potencialidades do dispositivo, o artigo não apenas contribui para o entendimento da tecnologia envolvida, mas também lança luz sobre as possíveis direções futuras para aprimoramento, ampliando o horizonte de possibilidades na interface entre tecnologia e reabilitação pós-AVC.

2.3 Design and preliminary evaluation of the FINGER rehabilitation robot: controlling challenge and quantifying finger individuation during musical computer game play

No trabalho conduzido por Taheri et al. [3], houve um aprimoramento substancial em relação ao estudo descrito na subseção 2.2. Após uma análise detalhada das melhorias implementadas pelos autores no FINGER, ficou evidente que o dispositivo adquiriu a capacidade de modular a taxa de sucesso dos pacientes por meio de ajustes automáticos no controle do FINGER. Além disso, o dispositivo demonstrou habilidade para coletar dados cruciais sobre os pacientes durante suas sessões de jogo.

Os testes efetuados com pacientes reais revelaram que o FINGER não apenas alcançou, mas superou suas metas, mantendo os pacientes que haviam sofrido AVC ativamente envolvidos no tratamento fisioterapêutico. O dispositivo não só cumpriu seu propósito de engajar os pacientes, mas também foi eficaz em aprimorar a eficiência do tratamento. Esses resultados promissores indicam não apenas a eficácia do FINGER, mas também destacam o potencial de inovações contínuas no campo da reabilitação por meio de dispositivos interativos.

3. METODOLOGIA

O Guitar Healer é um dispositivo inovador desenvolvido para auxiliar na reabilitação de pacientes pós-AVC,

concentrando-se na recuperação dos movimentos dos dedos. Composto por um instrumento musical e um fliperama, o dispositivo combina música e jogos de ritmo para tornar a fisioterapia mais envolvente. O instrumento promove a coordenação motora fina, enquanto o fliperama acrescenta uma dimensão interativa, desafiando os pacientes a sincronizarem seus movimentos com as notas musicais. Essa abordagem visa não apenas a recuperação física, mas também motivação e bem-estar emocional, proporcionando uma experiência de reabilitação abrangente e eficaz.

3.1 Instrumento

O desenvolvimento do instrumento, encarregado de receber as entradas do usuário, é projetado para abordar as dificuldades motoras específicas que precisam ser superadas no contexto da reabilitação. Inicialmente concebido como uma luva, o instrumento incorpora um mecanismo de ativação. Para realizar a flexão do dedo enquanto utilizando a luva, o paciente deve superar uma força elástica, desencadeando assim a ativação e gerando um comando correspondente.

A complexidade do instrumento é evidenciada pelos seus quatro mecanismos, conforme ilustrado na Figura 1. A leitura do potenciômetro é executada pelas portas analógicas de um Arduino Uno. Após detectar variações na resistência do potenciômetro, o Arduino transmite um sinal por meio de Bluetooth, utilizando o módulo HC-05, conforme representado na Figura 2.

O aprimoramento do design do instrumento tornou-se uma jornada, como documentado na evolução das figuras 3 a 6. Inicialmente, uma luva completa foi utilizada (Figura 3), porém, sua ineficiência decorreu da falta de elasticidade do material e do tamanho, que limitava sua aplicabilidade a pessoas com mãos grandes.

A solução foi encontrada na substituição da luva por um modelo de goleiro de futsal, com cortes nos dedos e velcro ajustável para acomodar diversos tipos de usuários, como visualizado na Figura 4. No entanto, essa modificação trouxe consigo o desafio da fixação dos suportes para o fio, devido à ausência de dedos na luva.

Para superar esse obstáculo, foram criados anéis de suporte feitos de borracha e pequenos tubos, proporcionando um guia adequado para o fio (Figura 5). No entanto, a falta de modularidade dos anéis levou à última solução, onde foram substituídos por fitas de velcro, oferecendo a possibilidade de ajuste e maior conforto, conforme evidenciado na Figura 6.

Considerando o feedback do projeto do material, modificações adicionais foram implementadas. As molas foram substituídas por elásticos comuns para simplificar a aquisição de materiais. Além disso, o mecanismo foi separado da luva para promover maior facilidade no transporte, sendo fixado apenas por ímãs.

Um ponto relevante foi a substituição do módulo nRF24 (comunicação 2.4 GHz) pelo módulo Bluetooth (HC-05). Essa alteração foi motivada pela documentação mais abrangente do módulo Bluetooth e pela eliminação da necessidade de portabilidade do código da linguagem C para

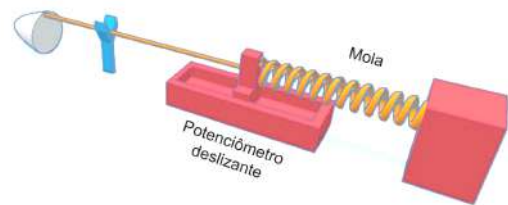


Figura 1. Representação 3D de um dos mecanismos do instrumento. Fonte: autoria própria.

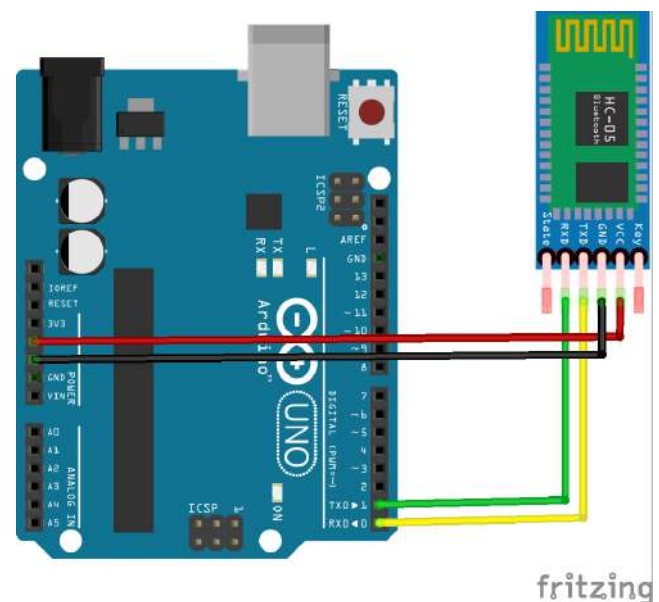


Figura 2. Diagrama da conexão do Arduino uno e o módulo Bluetooth HC-05. Fonte: retirado do Arduino fórum.

Python, simplificando assim a integração com a plataforma utilizada.

3.2 Fliperama

O fliperama é composto por uma esteira que serve como interface para o usuário jogar, mostrando o momento correto para flexionar os dedos. Conforme a figura 7, a esteira era inicialmente constituída por um motor controlado pela *Raspberry Pi*, como mostrado na figura 8, um rolamento e sua estrutura de base. Sobre as esteiras eram posicionadas quatro faixas de LEDs, cada uma correspondendo a uma nota do jogo. O mecanismo de anti-torção interno conectava os LEDs à microcontroladora, consistindo em um tubo livre e um conector rotativo. A velocidade da esteira era ajustável e relacionada ao BPM (batidas por minuto) da música em execução.

Por conta do conector rotativo foi desenvolvido um modelo com eixos separados e com os fios passando por dentro da esteira conforme a figura 9. Para testar a ideia foi feito um protótipo com base em isopor. A partir dele foi possível perceber que a falta de rigidez faria com que

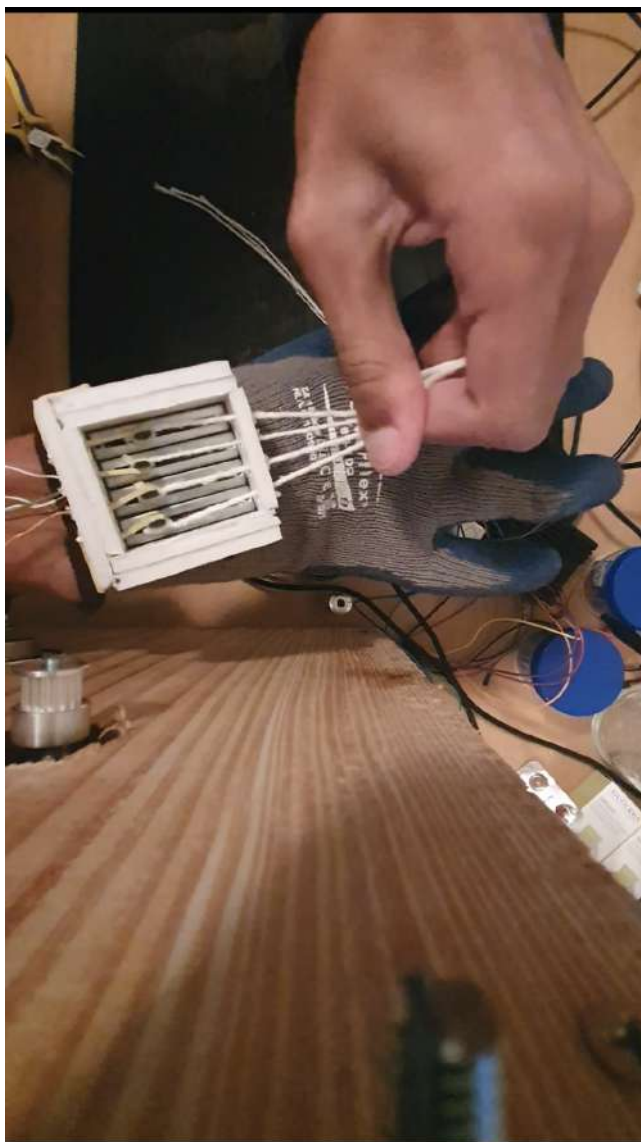


Figura 3. Primeiro protótipo de instrumento. Fonte: autoria própria.

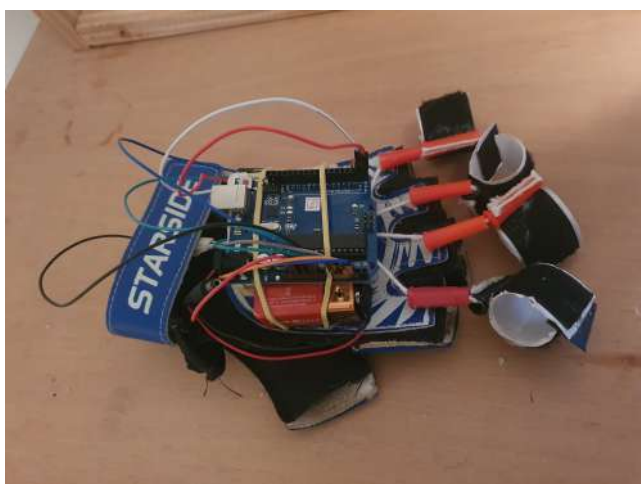


Figura 4. Versão final do instrumento. Fonte: autoria própria.



Figura 5. Primeiro suporte do instrumento. Fonte: autoria própria.

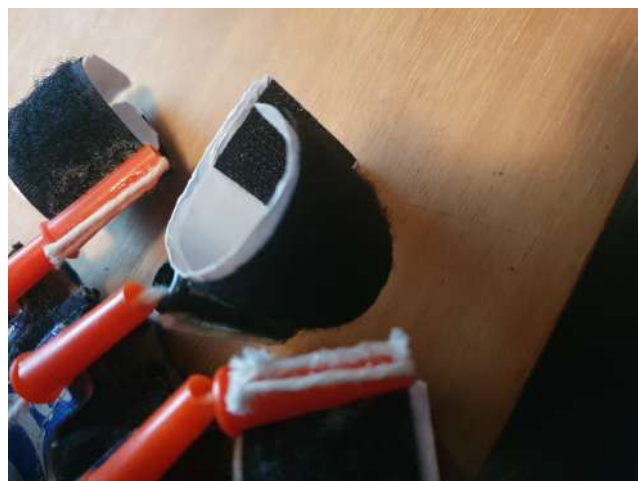


Figura 6. Suporte final do instrumento. Fonte: autoria própria.

a correia transportadora deslizasse para fora, travando o mecanismo. Além disso, o EVA se mostrou um material promissor para ser utilizado como correia, ele é maleável, barato, possui boa aderência e é fácil de se trabalhar.

Por conta disso, a versão seguinte da esteira foi desenvolvida utilizando madeira resistente (Pinus), como mostra a figura 10, utilizando ainda o mesmo mecanismo da ideia original, o que se tornou um erro. A falta de um eixo que transpasse a esteira trouxe problemas de sustentação na correia, além de dificultar a transmissão do movimento.

Portanto foi necessário desenvolver uma nova versão da esteira que, como mostra a figura 11, desse sustentação para a esteira e consequentemente deixasse o mecanismo de anti-torção na parte exterior dela. Outra mudança foi que dado aos problemas durante o desenvolvimento do guitar healer foi optado por diminuir a complexidade do projeto e deixar somente uma fita LED para servir como interface para o jogador.

A partir da carcaça da primeira esteira foi criada uma estrutura com eixos completos, sustentados apenas por um lado. Essa estrutura foi feita a partir de canos de pvc para garantir praticidade e manutenção de gastos. A partir

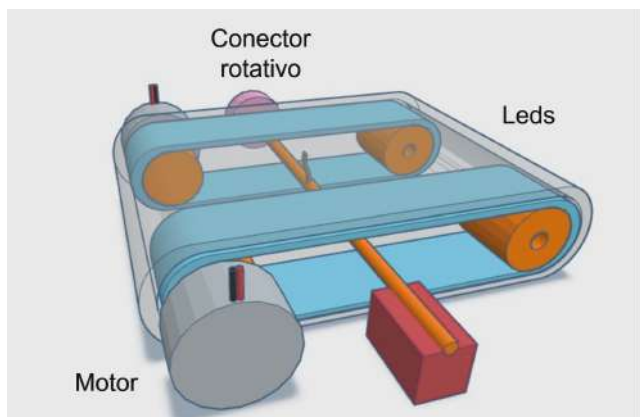


Figura 7. Representação 3D da primeira versão da esteira.
Fonte: autoria própria.

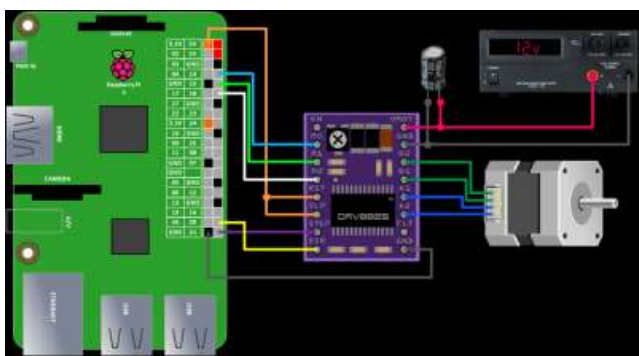


Figura 8. Diagrama da conexão da Raspberry e o motor Nema 17 por intermédio do driver a4988. Fonte: Retirado do site Rototron

dela, tanto a transmissão de movimento quanto fixação da correia foram garantidos. Porém, utilizar apenas um lado de alicerce fez com que a estrutura oscilasse em altas velocidades.

O fliperama também conta com um display de LCD que é utilizado como um menu dando instruções para a calibragem usual do dispositivo e que pode futuramente servir para seleção da faixa. Além disso, também há um sistema de recompensa feito utilizando uma matriz de LED, que registra a quantidade de acertos em sequência do jogador. O display LCD e a matriz de LED e outros são conectadas no fliperama por uma placa de circuito universal, conforme mostra a figura 12.

Os LEDs acoplados na esteira são do tipo ws2811, conforme mostra a figura 13, um problema que foi percebido apenas após a compra do equipamento foi que apenas era possível controlar grupos de 3 leds e não cada um individualmente. Além disso, ao final do projeto todos os 5 metros da fita começaram a estragar, muito provavelmente devido às dobras nos contatos ocasionados pela passagem nas extremidades da esteira. Para repor o material foi comprada uma fita mais barata de mesmo tipo, porém com uma densidade de leds menor (300 contra 480 leds por metro).

3.3 Software

O sistema integral do Guitar Healer opera predominantemente na Raspberry Pi, integrada ao fliperama. Este



Figura 9. Primeiro protótipo da esteira. Fonte: autoria própria.



Figura 10. Segundo protótipo da esteira. Fonte: autoria própria.

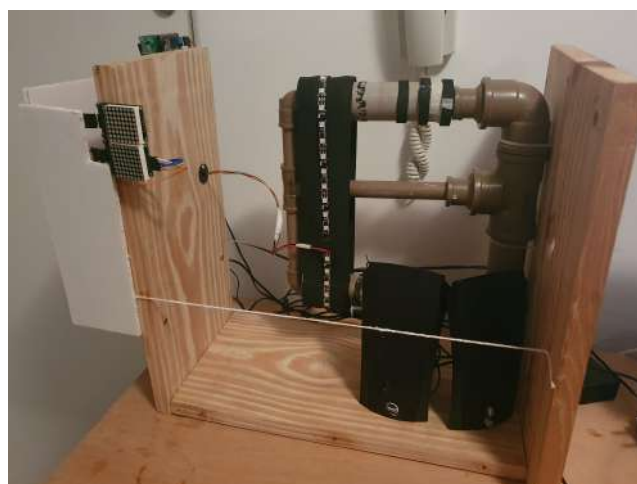


Figura 11. Versão final do fliperama. Fonte: autoria própria.

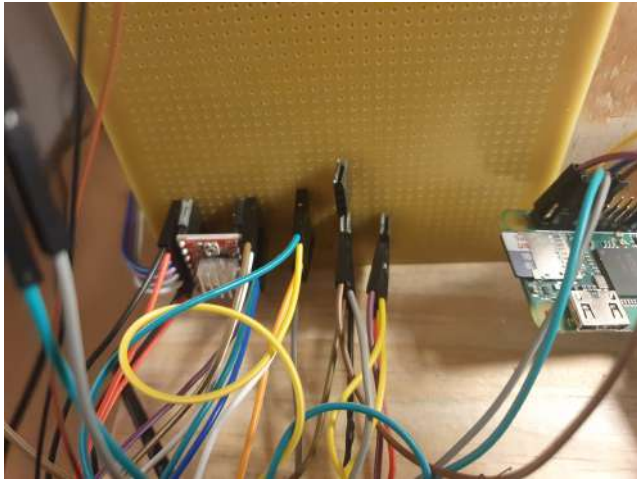


Figura 12. Placa universal construída no projeto. Fonte: autoria própria.

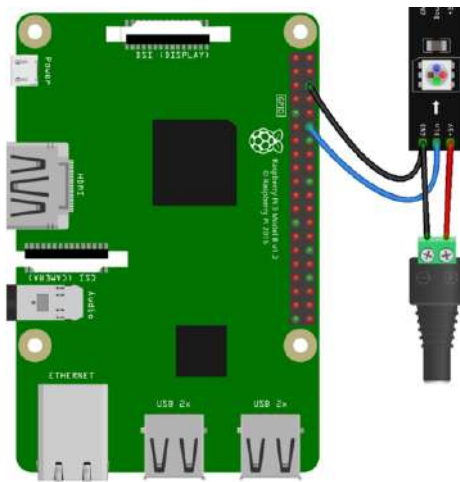


Figura 13. Diagrama da conexão da Raspberry Pi e a fita LED ws2811. Fonte: retirado do site Adafruit.

microcontrolador assume a responsabilidade de gerenciar diversas funções cruciais, incluindo o controle do motor, das fitas de LED, do display LCD e da matriz de LED. Além disso, sua função abrange a leitura e interpretação precisa dos sinais emitidos pelo instrumento.

Dada a complexidade dessas tarefas, todas a serem executadas simultaneamente, a implementação de programação concorrente tornou-se necessária. Nesse contexto, a escolha recaiu sobre a biblioteca `asyncio` e a linguagem de programação Python, uma decisão motivada pela extensa documentação disponível e pela flexibilidade oferecida por essas ferramentas.

No estágio atual do programa, destacam-se dois estados principais: calibração e jogo. No estado de calibração, o programa utiliza o LCD para fornecer informações ao jogador, enquanto simultaneamente recebe e interpreta as entradas provenientes do instrumento. Durante essa fase, o jogador tem a capacidade de ajustar a esteira até que esta se alinhe à marcação, estabelecendo a linha extrema para acertar as notas no decorrer do jogo.

Com a esteira devidamente calibrada, o jogo é iniciado, desencadeando a reprodução de uma música. Neste mo-

mento, o programa executa duas tarefas principais para os LEDs: uma para mantê-los acesos, visto que eles são ativados a cada pulso recebido e necessitam de atualizações rápidas para criar a sensação de constante iluminação; e outra para ajustar dinamicamente as cores conforme a faixa da música. Ademais, o motor deve girar para movimentar a esteira, e os acertos do jogador devem ser gerenciados, culminando em uma experiência de jogo envolvente e eficaz. Essa abordagem multifacetada e coordenada, regida pela programação concorrente, é essencial para a sincronia e eficiência operacional do Guitar Healer.

4. RESULTADOS

Após a conclusão de uma série de iterações de protótipos, a esteira alcançou sua versão final com estabilidade e uma resolução satisfatória dos problemas iniciais. Notavelmente, a correia agora permanece sem deslizamentos laterais, e o conector rotativo demonstra uma confiabilidade infalível. No entanto, o principal desafio persiste na estrutura, que atualmente se baseia em apenas um lado de alicerce, resultando em oscilações notáveis em velocidades mais elevadas. A otimização necessária para melhorar o desempenho envolve a concepção de uma estrutura que utilize um alicerce completo, proporcionando uma rigidez essencial.

Os LEDs, por outro lado, não atingiram o desempenho desejado devido à sua disposição inesperada e fragilidade, resultando em uma experiência de usuário abaixo do ideal. Uma revisão abrangente do projeto é imperativa, incluindo uma pesquisa minuciosa para identificar modelos de LEDs mais apropriados. Além disso, recomenda-se a modificação da estrutura da esteira para reduzir a curva sobre as conexões dos LEDs nos extremos, visando uma maior durabilidade e consistência.

As corrotinas assíncronas enfrentaram desafios consideráveis devido à carga de processamento, impactando a sincronização dos LEDs com o ritmo da música. Esse problema pode estar relacionado à capacidade de processamento da Raspberry Pi 0, sugerindo a necessidade de uma atualização de hardware para algo mais potente ou uma adaptação do sistema atual. Uma revisão profunda do software, explorando alternativas e aprofundando o entendimento sobre programação assíncrona e concorrente, também é uma consideração válida.

A substituição do módulo nRF24 pelo módulo Bluetooth (HC-05) simplificou a implementação, no entanto, impôs limitações significativas no alcance e latência dos comandos. Para uma revisão eficaz, aconselha-se retornar ao módulo nRF24, visando melhorar substancialmente a experiência de jogo ao superar essas limitações.

A escolha de potenciômetros deslizantes na luva mostrou-se eficiente na captura de todos os movimentos, porém, sugere-se uma melhoria no design substituindo os elásticos por molas. Essa modificação visa proporcionar uma modularidade mais aprimorada na força exigida pelo instrumento, possibilitando uma adaptação mais precisa às diferentes restrições de cada paciente. Essa abordagem, sem dúvida, contribuirá para uma experiência de reabilitação mais personalizada e eficaz.

5. CONCLUSÕES

O percurso do desenvolvimento do Guitar Healer revelou-se repleto de desafios significativos na busca por criar um dispositivo de reabilitação verdadeiramente motivador. A evolução das esteiras ao longo do processo de design destacou a imperiosa necessidade de uma estrutura cuidadosamente planejada, crucial para assegurar não apenas a estabilidade, mas também para mitigar as oscilações em velocidades mais elevadas, fator crítico para a eficácia do dispositivo.

Os contratempos encontrados com os LEDs endereçáveis sublinham a importância da seleção criteriosa de componentes, enfatizando características como resistência e durabilidade.

A troca do módulo de comunicação para Bluetooth simplificou procedimentos, porém, não sem limitações. O equilíbrio entre praticidade e desempenho torna-se, portanto, um ponto crucial a ser aprimorado para enriquecer a experiência do usuário.

A escolha dos potenciômetros deslizantes na luva demonstrou ser acertada, mas sugere-se ajustes no mecanismo de ativação para conferir uma maior flexibilidade no tratamento individualizado dos pacientes. Essas adaptações têm o potencial de personalizar ainda mais a interação entre o usuário e o dispositivo, maximizando os benefícios terapêuticos.

No decorrer do desenvolvimento do Guitar Healer, a equipe absorveu lições valiosas ao enfrentar desafios técnicos e conceituais. A complexidade intrínseca à integração de tecnologia, especialmente no contexto da reabilitação neuromotora, ressaltou a necessidade de uma abordagem holística e colaborativa. A compreensão aprimorada das limitações técnicas e das exigências clínicas fortaleceu a importância da consideração minuciosa do usuário final em futuros projetos similares. Além disso, a jornada ressaltou a necessidade de uma iteração constante e de uma prototipagem ágil para enfrentar desafios inesperados.

Embora o Guitar Healer não tenha alcançado sua funcionalidade plena, suas bases sólidas proporcionam uma plataforma robusta para futuras explorações e melhorias. As possíveis aplicações futuras incluem ajustes no design para uma integração mais eficaz com a anatomia dos pacientes, a resolução dos problemas de software e hardware, a implementação de feedback em tempo real para personalização das sessões de reabilitação, e a exploração de métodos de gamificação para aumentar a motivação do paciente. Essas direções sugerem um caminho promissor para a evolução e implementação futura do Guitar Healer.

Na busca por avanços na reabilitação neuromotora, vale mencionar projetos similares que se apresentam como fontes inspiradoras para aprimoramentos futuros do Guitar Healer. Um exemplo notável é o conjunto de projetos conhecido como "VR Haptic Gloves", que integra tecnologia de realidade virtual e luvas hápticas para proporcionar uma experiência imersiva e interativa. Essas luvas oferecem um feedback tátil refinado, possibilitando aos usuários sentir e interagir virtualmente com objetos no ambiente, ampliando substancialmente as possibilidades de reabilitação e treinamento motor. Alguns desses projetos com-



Figura 14. VR Haptic Gloves. Fonte: retirado do site Arpost.



Figura 15. Valve Index Finger Tracking DIY. Fonte: retirado do canal Bumout with Attila The Bum.

partilham uma base conceitual semelhante ao apresentado aqui, prometendo soluções alternativas e possivelmente mais inovadoras, como ilustrado na Figura 14.

Outra abordagem inovadora merece destaque nos projetos relacionados ao "Valve Index Finger Tracking", um sistema desenvolvido pela Valve Corporation que concentra sua atenção na rastreabilidade precisa dos movimentos dos dedos. Através do uso de sensores avançados, esse projeto permite uma captura detalhada dos gestos individuais dos dedos, proporcionando uma experiência mais natural e intuitiva. A integração de elementos inspirados por essas tecnologias poderia enriquecer de maneira significativa o Guitar Healer, proporcionando um leque mais amplo de interações e uma experiência imersiva aprimorada para os pacientes, conforme evidenciado na Figura 15. A influência desses dois projetos apresenta-se como uma fonte promissora para a evolução contínua do Guitar Healer.

Em resumo, o Guitar Healer representa uma abordagem intrigante para a reabilitação motora, mas demanda revisões cuidadosas na estrutura, componentes e software para alcançar seu potencial máximo, proporcionando assim uma experiência de reabilitação eficaz e envolvente.

REFERÊNCIAS

- [1] F. Corona et al., "Serious Games for Wrist Rehabilitation in Juvenile Idiopathic Arthritis," 2018 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM), Galway,

Ireland, 2018, pp. 35-42, doi: 10.1109/GEM.2018.8516458.
Taheri, H., Rowe, J.B., Gardner, D. et al.

[2] Gardner, V. Chan, D. J. Reinkensmeyer and E. T. Wolbrecht, "Robot-assisted Guitar Hero for finger rehabilitation after stroke,"2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, San Diego, CA, USA, 2012, pp. 3911-3917, doi: 10.1109/EMBC.2012.6346822.

[3] Design and preliminary evaluation of the FINGER rehabilitation robot : controlling challenge and quantifying finger individuation during musical computer game play. J NeuroEngineering Rehabil 11, 10 (2014). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-10> H. Taheri, J. B. Rowe, D.