

## DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE BAIXO CUSTO PARA TREINAMENTO DE VELOCIDADE DE REAÇÃO E AGILIDADE BASEADO EM ESP32

LUIS F. S. MOUREIRA (IFPB, *Campus Cajazeiras*), ANTONIEL D. H. SILVA (IFPB, *Campus Cajazeiras*), HIARLEY M. LIRA (IFPB, *Campus Cajazeiras*), LEANDRO L. S. LINHARES (IFPB, *Campus Cajazeiras*)

**E-mails:** moureira.luis@academico.ifpb.edu.br, antoniel.damiao@academico.ifpb.edu.br, hiarley.lira@academico.ifpb.edu.br, leandro.luttiane@ifpb.edu.br

**Área de conhecimento:** 3.04.00.00-7 Engenharia Elétrica.

**Palavras-Chave:** treinamento funcional, microcontrolador, ESP32, protocolo ESP-NOW, aplicação mobile.

### 1 Introdução

Na prática esportiva de alto desempenho, é cada vez mais comum a utilização de diferentes tipos de dispositivos tecnológicos a fim de obter melhores resultados dos atletas em nível de competição. Equipamentos como o FITLIGHT Trainer™ (FITLIGHT, 2021), Makoto Arena (MAKOTO, 2021a) e Batak Pro (BATAKPRO, 2021) são alguns exemplos de produtos comerciais que se tornaram inicialmente populares nas principais ligas esportivas americanas, mas que na atualidade são também comuns nos mais variados esportes ao redor do mundo (automobilismo, tênis, judô, entre outros).

Os equipamentos supracitados possuem o mesmo princípio básico de funcionamento. Os módulos que compõem o sistema de treinamento são distribuídos em diferentes posições, emitindo luzes de cores variadas em uma sequência aleatória ou predeterminada, em diferentes níveis de velocidade. O atleta, então, deve reagir aos estímulos visuais, tendo o seu desempenho em relação à velocidade de reação observado em tempo real em dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones*. Os dados das sessões de treino são armazenados, permitindo que o preparador físico efetue posterior análise do rendimento e evolução do atleta.

A aplicação destes dispositivos não se restringe à prática esportiva. Eles são utilizados por fisioterapeutas na reabilitação de pacientes com diferentes tipos de lesões (FITLIGHT, 2020), são aplicáveis em terapias neurológicas decorrentes de acidentes vasculares encefálicos e concussões (MAKOTO, 2021b), contribuem no tratamento de pessoas com distúrbios cognitivos, crianças autistas, portadores do transtorno de déficit de atenção/hiperatividade (TDAH) (FITLIGHT, 2021, TEAM, 2016), entre outros. Logicamente, pessoas comuns que desejam obter/manter sua saúde física e mental por meio da prática do treinamento funcional também podem fazer uso destes tipos de equipamentos baseados na emissão de luzes. Estes sistemas são versáteis e interativos, sendo apropriados para pessoas de diferentes idades e vigor físico. Entretanto, o investimento para adquiri-los é consideravelmente elevado, independentemente da aplicação.

Neste contexto, este trabalho apresenta os resultados de projeto de pesquisa selecionado no *Edital Chamada 01/2020 – Interconecta* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), que teve por finalidade desenvolver protótipo embarcado de baixo custo para treinamento físico funcional para auxiliar no aprimoramento da velocidade de reação e agilidade de pessoas em geral. O protótipo contém módulos equipados com microcontroladores ESP32, sensores para detecção de movimentos e LEDs para emissão de feixes luminosos. Os módulos comunicam-se com um elemento central, denominado mestre, por meio de protocolo sem fio ESP-NOW. Além disso, o sistema inclui aplicativo móvel que permite a realização de configurações, execução de sessões de treino e o armazenamento de resultados de treinamentos.

### 2 Materiais e Métodos

Na etapa inicial do projeto em questão, foi realizada pesquisa bibliográfica com o objetivo de encontrar na literatura trabalhos relacionados com o treinamento de agilidade e velocidade de reação, assim como suas possíveis aplicações. Ademais, foram identificados produtos existentes no mercado que se assemelham ao proposto, com o intuito de determinar as funcionalidades a serem incluídas no dispositivo desenvolvido pelo projeto. Logo após, foi possível elaborar os *Product Backlogs* de *hardware* e *software*, bem como elucidar os requisitos funcionais e não funcionais do sistema.

A partir dos documentos citados, foram definidos os dispositivos eletrônicos para compor os módulos que constituem o sistema de treinamento: sensores ultrassônicos, LEDs de alto brilho, ESP32, *buzzer* para emissão de som e baterias para energização. Para a comunicação entre os módulos do sistema de treinamento, o protocolo sem fio ESP-NOW foi adotado, utilizando a metodologia mestre-escravo, conforme apresentado na Figura 1. Na figura, nota-se que a comunicação entre o aplicativo móvel e o módulo mestre também é efetuado por meio de um protocolo sem fio, o Bluetooth. No esquema de comunicação, o aplicativo em um *smartphone/tablet* comunica-se com o módulo mestre

microcontrolado (ESP32), o qual é responsável por gerenciar e enviar comandos para os demais módulos, controlando, portanto, a realização das sessões de treino e a obtenção dos resultados que são encaminhados para o aplicativo móvel. As tecnologias sem fio adotadas garantem ao equipamento independência em relação à presença de Internet no ambiente de realização das sessões de treino, proporcionando flexibilidade de uso.

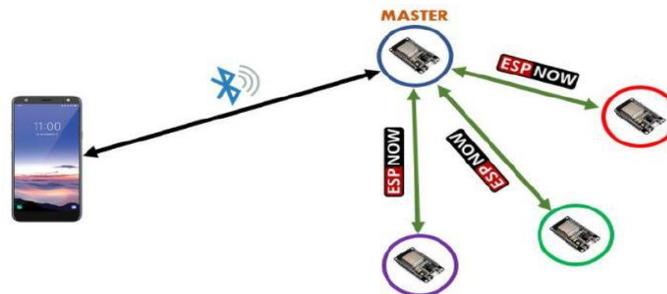


Figura 1: Esquema de comunicação mestre-escravo.

Após a aquisição dos componentes eletrônicos e a realização de alguns testes, placas de circuito impresso (PCI) foram desenvolvidas com o auxílio do *software Circuit Maker* e a Máquina de Prototipagem para PCI do Laboratório de Eletrônica do IFPB - *Campus Cajazeiras*. A Figura 2 ilustra o projeto da placa de circuito impresso e a sua produção.

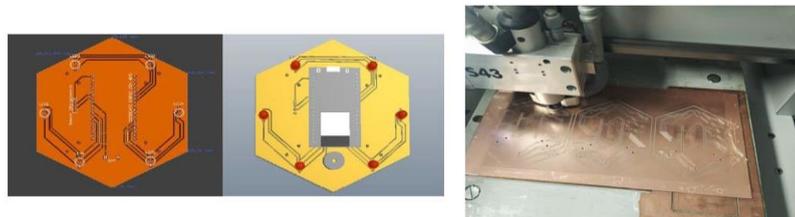


Figura 2: PCI dos dispositivos do sistema: projeto e elaboração.

Com o objetivo de proteger os componentes eletrônicos de impactos e fornecer mobilidade ao sistema, foi elaborado um protótipo de invólucro para os módulos do equipamento com o apoio do *software Autodesk Inventor*. Posteriormente, o invólucro foi produzido por meio de impressão 3D. A Figura 3 ilustra o projeto do invólucro dos módulos, incluindo a visão de disposição interna dos componentes, e a impressão concluída em 3D.

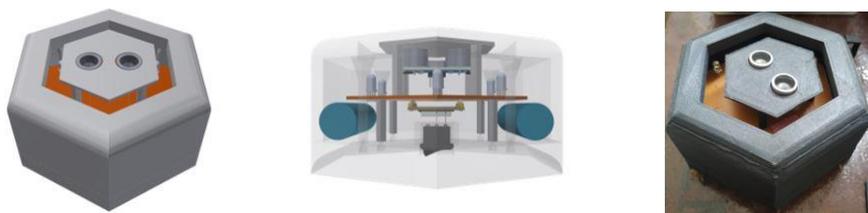


Figura 3: Projeto do invólucro e sua impressão em 3D.

Para realizar o gerenciamento do sistema, tornando-o funcional, foram desenvolvidos o *firmware*, presente nos módulos microcontrolados, e o aplicativo móvel, baseado nas tecnologias React Native e Node.js. O aplicativo móvel permite a configuração do sistema, definindo tipos de treinamento (aleatório ou programado), configuração de cores, temporização, inclusão de usuários, execução de treinamentos, armazenamento de resultados de treinos realizados, entre outros. Para transmitir estas informações, o aplicativo se comunica com o módulo mestre do equipamento por meio de protocolo Bluetooth, enviando uma série de mensagens de controle.

### 3 Resultados e Discussão

Durante a execução do projeto ocorreram algumas situações imprevistas que dificultaram o seu andamento, tais como o modo de gerenciamento/trabalho remoto e defeitos no funcionamento de equipamentos importantes para o projeto: máquina de prototipagem e impressora 3D. Apesar disso, foi possível obter uma primeira versão do sistema, constituído por cinco módulos microcontrolados. É importante comentar, que o equipamento foi projetado para que a inserção ou remoção módulos seja efetuada de forma simples e automática.

A Figura 4 apresenta o sistema elaborado. Na imagem, são apresentados três módulos, sendo o branco o dispositivo mestre da comunicação mestre-escravo. Este módulo recebe comandos de configuração e de execução, assim como transmite resultados para o aplicativo móvel por meio do Também é possível notar o aplicativo móvel sendo executado em um *tablet*. No lado direito, são apresentadas a tela inicial do aplicativo e a tela principal de opções.



Figura 4: Projeto do invólucro e sua impressão em 3D.

A primeira versão do sistema, obtida no término do período de execução do projeto, oferece a possibilidade de execução de dois tipos de treinamento: aleatório e programado. No primeiro, é gerada uma sequência aleatória de acionamento (emissão de luz) dos módulos para formar uma sessão de treino. No segundo, o usuário é capaz de elaborar a sequência de acionamento dos módulos de acordo com a sua vontade. Independente do tipo de treinamento, é possível configurar a coloração da luz emitida pelos módulos e a emissão ou não de sinal sonoro. Estas e outras ações são realizadas por meio do aplicativo móvel desenvolvido. A partir deste *software*, o usuário interage com o sistema, cadastrando usuários, efetuando as configurações já citadas, executando comandos de início de treinamento e obtendo os resultados das sessões de treino para armazenamento interno.

#### 4. Considerações Finais

Ao término do projeto, o principal objetivo foi alcançado: o desenvolvimento de equipamento de baixo custo para o treinamento de agilidade e velocidade de reação. Entretanto, a expectativa era de que o equipamento estivesse em um estágio mais próximo de um produto comercial. Apesar de operacional, ainda não foi possível testar o sistema em atividades de treinamento funcional no IFPB – *Campus Cajazeiras*, devido ao quadro de isolamento social requerido pela pandemia do COVID-19. Em relação ao desenvolvido durante o projeto, ainda podem ser feitas melhorias consideráveis, tais como: implementação de novas modalidades e configurações de treinamento, módulo de carga de baterias de alimentação, aprimoramento dos invólucros dos módulos, aperfeiçoamento da interface da aplicação móvel, elaboração de *dashboard web* para melhor visualização dos resultados das sessões de treinamento, utilização de armazenamento de dados em nuvem, entre outros. A fim de implementar alguns dos pontos elencados, este trabalho está sendo continuado por meio de seleção no *Edital Chamada 02/2021 – Interconecta* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

#### Agradecimentos

Agradecemos à Pró-Reitoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação (PRPIPG) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba e ao IFPB - *Campus Cajazeiras* pela disponibilização de recursos financeiros para discente bolsista e aquisição dos materiais necessários ao desenvolvimento do projeto.

#### Referências

- FITLIGHT. *The most advanced light training system in the world*. Disponível em: <<https://www.fitlighttraining.com/>>. Acesso em: 20 de ago. de 2021.
- BATAKPRO. *A total fitness training solution*. Disponível em: <<http://batak.com/>>. Acesso em: 20 de ago. de 2021.
- MAKOTO. *The Makoto Arena does what no other piece of equipment can*. Disponível em: <<http://www.makoto-usa.com/about.html>>. Acesso em: 20 de ago. de 2021a.
- MAKOTO. *Medical rehabilitation: repair & regrow neurological pathways*. Disponível em: <<http://www.makoto-usa.com/medical-rehabilitation.html>>. Acesso em: 13 de mar. de 2021b.
- TEAM, FG. *Fitlight trainer used in special ADHD and autism pedagogical program*. **Fitness Gaming**, 2016. Disponível em: <<https://www.fitness-gaming.com/news/health-and-rehab/fitlight-trainer-used-in-special-adhd-and-autism-pedagogical-program.html>>. Acesso em: 23 de ago. de 2021.