



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de
Ouro Preto Escola de Educação
Física da UFOP - EEFUFOP
Curso de Bacharelado em Educação Física



Anna Luísa Guimarães Almeida Reis

**‘CONTINUE A NADAR’:
Protótipo de uma Ferramenta Optoeletrônica para
Otimização do Treinamento de Natação**

Ouro Preto

2025

Anna Luísa Guimarães Almeida Reis

**‘CONTINUE A NADAR’: Protótipo de uma Ferramenta
Optoeletrônica para Otimização do Treinamento de
Natação**

Monografia apresentada ao Curso de
Bacharelado em Educação Física da
Universidade Federal de Ouro Preto
como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Educação
Física.

Orientador: Prof. Dr. Kelerson Mauro
de Castro Pinto - UFOP

Pesquisador colaborador: Elias Faria
Silva - UFMG

Ouro Preto

2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R375c Reis, Anna Luisa Guimaraes Almeida.
'Continue a nadar' [manuscrito]: Protótipo de uma ferramenta
optoeletrônica para otimização do treinamento de natação. / Anna Luisa
Guimaraes Almeida Reis. . - 2025.
29 f.: il.: color., tab.. + Diagrama. + Link.

Orientador: Prof. Dr. Kelerson Pinto.
Produção Científica (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro
Preto. Escola de Educação Física. Graduação em Educação Física .

1. Evolução tecnológica. 2. Desempenho esportivo. 3. Treinamento de
natação. 4. Instrução visual. 5. Lâmpadas de LED. 6. Velocidade-
Monitoramento. 7. Aprimoramento - Treinamento. I. , . II. Pinto, Kelerson.
III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 797.2

Bibliotecário(a) Responsável: Angela Maria Raimundo - SIAPE: 1.644.803



FOLHA DE APROVAÇÃO

Anna Luisa Guimarães Almeida Reis

de Natação

"CONTINUE A NADAR" : Protótipo de uma Ferramenta Optoeletrônica para Otimização do Treinamento

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Educação Física da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Educação física

Aprovada em 20 de março de 2025

Membros da banca

Dr. - Kelson Mauro de Castro Pinto - Universidade Federal de Ouro Preto
Dra. - Lidiane Aparecida Fernandes - Universidade Federal de Ouro Preto
Msc - Géssyca Tolomeu de Oliveira - Universidade Federal de Juiz de Fora

Kelson Mauro de Castro Pinto, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 03/04/2025



Documento assinado eletronicamente por **Kelson Mauro de Castro Pinto**, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR, em 03/04/2025, às 10:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0889035** e o código CRC **E2019BFC**.

Agradecimento

A Deus, fonte de força e sabedoria, por iluminar meu caminho e me conceder a resiliência necessária para concluir esta jornada. À minha família, pelo suporte, pelo amor, paciência e incentivo durante a realização deste trabalho. Ao professor Bruno Ocelli, pelo apoio, incentivo e ao longo do projeto, sempre acreditando no meu potencial e não permitindo que eu desistisse diante das dificuldades. Ao professor Kelerson Mauro, por seu comprometimento e generosidade ao retomar o projeto desde o início comigo, oferecendo todo o suporte necessário e demonstrando paciência e dedicação inestimáveis. Sua orientação foi crucial para a execução deste trabalho. Ao amigo Elias Faria, por aceitar participar da criação deste produto, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento da ideia e sua materialização. Ao professor Renato Melo, pelo incentivo e participação na concepção inicial do projeto, agregando conhecimentos valiosos para sua construção e desenvolvimento. A todos aqueles que, de alguma forma, fizeram parte desta trajetória, seja com palavras de incentivo, apoio técnico ou emocional, expresso minha profunda gratidão. Sem a colaboração e o suporte de cada um, este trabalho não seria possível.

Resumo

A evolução tecnológica no âmbito esportivo tem proporcionado diversas oportunidades para aperfeiçoar o desempenho e aprimorar os métodos de treinamento. A inserção da luz de LED como ferramenta inovadora para otimizar o treinamento em esportes como a natação e o atletismo, representa uma grande evolução nesse panorama. No contexto da natação, o desafio do monitoramento da velocidade ganha destaque, sendo a fita de LED uma provável solução para fornecer instrução visual instantânea para a manutenção do ritmo do atleta. Por isso este trabalho tem por objetivo desenvolver um equipamento de baixo custo e de fácil instalação que auxilie na manutenção da velocidade constante do atleta durante o treino com estímulos visuais. Para o desenvolvimento do protótipo foi gasto um total de R\$ 396,98. Como instrumento principal foi utilizado uma luz de LED Ws2812 endereçável e um processador Arduino Project. Os testes foram conduzidos em duas fases: (i) primeiro teste fora da piscina e (ii) após concretizado o primeiro teste foi realizado o segundo teste dentro da piscina. Os resultados dos testes foram considerados excelentes, uma vez que a instalação e funcionamento do produto se deu como o planejado (fácil para instalar e visualizar o movimento das luzes indicando diferentes velocidades). Espera-se que o sistema possa contribuir para que os nadadores controlem, ajustem e monitorem sua velocidade durante os treinos.

Palavras-chave: Evolução tecnológica. Desempenho esportivo. Treinamento de natação. Instrução visual. Luz de LED. Monitoramento de velocidade. Aprimoramento do treinamento.

Abstract

Technological advancements in the sports field have provided various opportunities to enhance performance and improve training methods. The integration of LED lights as an innovative tool to optimize training in sports such as swimming and athletics represents a significant evolution in this scenario. In the context of swimming, the challenge of monitoring speed stands out, with the LED strip emerging as a potential solution to provide instant visual feedback for maintaining the athlete's pace. Therefore, this work aims to develop a low-cost, easy-to-install device that assists in maintaining a constant speed during training through visual stimuli. A total of R\$396.98 was spent on the development of the prototype. The main components used were an addressable Ws2812 LED light and an Arduino Project processor. The tests were conducted in two phases: (i) the first test outside the pool and (ii) after completing the first test, a second test was carried out inside the pool. The test results were considered excellent, as the installation and operation of the product occurred as planned (easy to install and to visualize the movement of the lights indicating different speeds). It is expected that the system can contribute to swimmers being able to control, adjust, and monitor their speed during training.

Keywords: Technological evolution. Sports performance. Swimming training. Visual instruction. LED light. Speed monitoring. Training improvement.

Lista de Figuras

Figura 1- Diagrama de etapas do projeto	16
Figura 2- Fita de LED	18
Figura 3- Kit inicial básico para ESP32 ESP-32S	18
Figura 4- Mangueira Cristal	19
Figura 5- Abraçadeira Nylon	19
Figura 6- Ventosa de 40mm	19
Figura 7- Silicone especial para aquário	19
Figura 8- Cabo Manga	19
Figura 9- Rolha de cortiça	19
Figura 10- Mangueira fixada com as venosas sem o LED	20
Figura 11- Caixa acrílica com os controles	21
Figura 12- Emenda do cabo manga	21
Figura 13- Mangueira vedada	21

Lista de Siglas

FINA - Fédération Internationale de Nation Amateur (Federação Internacional de Natação)

LED - Light Emitting Diodes (Diodo Emissor de Luz)

Sumário

1 Introdução.....	11
2 Justificativa	12
3 Objetivo	12
4 Referencial teórico	13
4.1 HISTÓRIA DA NATAÇÃO.....	13
4.2 TREINAMENTO ESPORTIVO NA NATAÇÃO	14
4.3 TECNOLOGIA E TREINAMENTO ESPORTIVO	15
5 Método	16
5.1 Concepção	17
5.2 Lista de materiais	17
5.3 Montagem e programação	19
5.4 Teste de funcionalidade	22
6 Resultados.....	22
7 Considerações Finais.....	23
8 Referências.....	24

1 Introdução

O treinamento é um processo sistematicamente organizado, que visa desenvolver as potencialidades dos atletas para atingir o melhor desempenho nas competições (PLATONOV, 2004). Para que isso seja possível, é necessário a aplicação de estímulos pré-estabelecidos e adaptados às necessidades individuais do atleta, sendo fundamental, portanto, o controle dos diferentes parâmetros de treinamento, como o volume, intensidade, frequência, densidade, complexidade (GOMES, 2014).

Nos últimos anos, observa-se um aumento no uso de tecnologias no contexto esportivo, expandindo de forma significativa as possibilidades disponíveis para melhorar o controle da carga de treinamento dos atletas e consequentemente o desempenho esportivo. Dentre as diferentes tecnologias, destaca-se a utilização da luz de LED como uma ferramenta para otimizar o treinamento dos atletas (WAVELIGHT, 2023). Diferentemente das tecnologias que já são utilizadas para o monitoramento, o protótipo desenvolvido tem como principal diferencial ser uma ferramenta prática e acessível financeiramente.

Na natação, uma das grandes dificuldades do treinador é controlar a velocidade imposta durante todo o percurso (podendo ser este uniforme ou não). A velocidade é um dos parâmetros fundamentais para a regulação da intensidade do exercício, sendo decisiva na formulação de cargas de treinamento adequadas ao nível e aos objetivos do atleta. Entretanto, o ambiente aquático impõe desafios singulares à utilização de equipamentos eletrônicos convencionais para esse fim, sobretudo devido à alta condutividade elétrica da água, que interfere na transmissão de sinais, reduz a eficácia de sensores e compromete a segurança de dispositivos eletrônicos não projetados especificamente para esse meio (TOLEDO; CARVALHO, 2005). Além disso, fatores como a resistência hidrodinâmica, a refração da luz e a ausência de referências visuais estáveis dificultam o uso de tecnologias de monitoramento em tempo real, comuns em esportes terrestres (MAGLISCHO, 2003). Tais limitações exigem dos treinadores o desenvolvimento de estratégias específicas para o controle da intensidade no treinamento aquático, como a cronometragem manual, contagem de braçadas, análise de tempo de passagem por parciais e feedbacks visuais.

Neste contexto, a utilização da fita de LED surge como uma provável solução,

forneendo uma instrução visual instantânea para a manutenção da intensidade do nado. O emprego desta tecnologia no esporte não é nova, podendo citar como exemplo o “TrackPacer”, sistema instalado em pistas de atletismo de 400m, que vem com um aplicativo para definir velocidade de corrida, podendo também alterná-lo entre diferentes modos de treinamento (LOSAW, 2023).

Portanto, entende-se que o desenvolvimento deste produto para a natação, poderá oferecer uma vantagem para o dia-a-dia de treinamento dos atletas, que poderão ser testados de forma mais específica e “fidedigna”, além de possibilitar um melhor controle da intensidade do esforço dentro da água, sendo o equipamento leve, transportável e adaptável a qualquer tipo de piscina, proporcionando uma solução versátil, precisa e eficaz.

2 Justificativa

Essa iniciativa visa desenvolver uma ferramenta de LED, especialmente projetada para uso subaquático, com a capacidade de programar a distância e a velocidade do nado do atleta durante seus treinos.

O desenvolvimento do equipamento se justifica pelas possibilidades de utilização individual, oferecendo um equipamento que possibilita a melhoria do controle da intensidade do esforço realizado, assim como do seu volume, auxiliando na evolução individual e estimulando a competitividade pessoal.

Para os treinadores, o equipamento aparece como ferramenta para monitoramento da intensidade de treino, podendo gerar treinos com programações específicas e acompanhamento da evolução do atleta. Este produto foi concebido como uma solução de baixo custo, destinada a proporcionar um monitoramento detalhado e preciso das sessões de treino dos atletas, elevando assim o nível de eficiência e eficácia do indivíduo.

3 Objetivo

O objetivo deste estudo é conceber e desenvolver um sistema de LED subaquático que permita aos treinadores programar velocidades específicas, auxiliando no controle da intensidade do treino, intitulado "Continue a Nadar", projetado para

proporcionar suporte eficaz aos atletas e treinadores no controle da intensidade das sessões de treinamento na natação , contribuindo assim para a excelência nos treinamentos e competições.

4 Referencial teórico

4.1 - HISTÓRIA DA NATAÇÃO

A natação é uma modalidade que possui registros históricos datados desde a era primitiva, quando era utilizada tanto para sobrevivência, como para alimentação (LEWIN, 1979). Nessa perspectiva, Corrêa e Massaud (2024) entendem a natação como o ato de movimentar-se e manter-se sob a água por impulso próprio, por meio da movimentação de braços e pernas (LEWILLIE, 1983).

No século XIX, na Inglaterra, a natação chegou ao seu ápice, no ano de 1828, quando foi construída a primeira piscina coberta, acontecendo no ano de 1837 a primeira competição organizada (REYES, 1998). Com o início das competições, surge à necessidade de estabelecer regras, sendo assim, foi criado na Inglaterra a federação de clubes em 1874, denominada "Association Metropolitan Swimming Club", que cria o primeiro regulamento de natação, possibilitando o registro de recordes (RODRÍGUEZ, 1997).

Os primeiros Jogos Olímpicos da era moderna foram sediados em Atenas em 1896 e a natação já era um esporte que fazia parte, com as provas de 100 m, 500 m, e 1.200 m (REYES, 1998). Porém as mulheres ainda não participavam, só sendo integradas em 1912 aos Jogos Olímpicos de Estocolmo (F.I.N.A., 2000). Dada a necessidade de estabelecer uma regulamentação mais clara sobre as regras e organizar um calendário de provas, em 1908 foi criada a Fédération Internationale de Nation Amateur (FINA), com o propósito de estabelecer regras unificadas para a natação, verificar os recordes do mundo e dirigir competições nos Jogos Olímpicos (F.I.N.A., 2000). Com isso, em 1924, nos Jogos Olímpicos de Paris, o tamanho da piscina foi definido como 50m de comprimento, 25m de largura e oito raias como medida regulamentada para realizar as provas de todas as modalidades (FONTDEVILA, 1999).

A natação possui quatro principais estilos de nado, sendo eles o crawl, costas, peito e borboleta e quando em uma prova tem de se nadar os quatro estilos, recebe-se o nome de Medley. As provas variam entre 50m, 100m, 200m, 400m, 800 e 1.500 m na piscina, além disso, é disputado também a natação em águas abertas, realizada em

rios, lagos, oceano e canais fluviais (F.I.N.A., 2000).

Nos últimos anos, observa-se nas competições de natação um nível de desempenho extremamente elevado, sendo cada vez mais difícil se obter novos recordes. Para que as competições aconteçam nesse nível de desempenho é necessário que os atletas estejam em constante treinamento, e principalmente, um treinamento com alta qualidade (sistematização e controle das cargas de treinamento), individualizado e específico para cada estilo de nado, de prova e principalmente do atleta (SZMUCHROWSKI et al., 2011).

4.2 - TREINAMENTO ESPORTIVO NA NATAÇÃO

O treinamento esportivo atinge níveis de exigência que podem chegar ao limite de tolerância do rendimento humano e isso aumenta a necessidade de um controle preciso das cargas de treinamento, aumentando à necessidade de sua individualização. Como citado por Blache "É absolutamente impossível descrever um método racional para todos e sem conhecer particularmente cada indivíduo" (Blache 1909) (Disponível em:

<<https://cev.org.br/media/biblioteca/4013559.pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2025). Sendo assim, para um bom planejamento de treino, deve-se utilizar de testes e avaliações para elaborar da melhor forma um programa de treinamento. Mesmo com todos os cuidados individualizados, nem sempre as respostas fisiológicas vão ser como esperadas, podendo influenciar na sequência do treinamento, precisado assim, realizar constantes alterações durante a temporada (TUBINO, 2000).

Todo planejamento de uma sessão de treino deve levar em consideração os componentes da carga de treinamento, como volume, intensidade, densidade, frequência e complexidade (PLATONOV, 2004). O volume refere-se à duração e número dos estímulos por unidade de treinamento, ou seja, o volume significa a quantidade total da atividade realizada no treinamento, diz respeito também à quantidade de trabalho realizada. No caso da natação, a melhor forma de avaliarmos o volume de treino tem como base a distância nadada (MAGLISCHO, 2010). A intensidade, é um componente qualitativo do trabalho que um atleta realiza, podendo ser avaliada através da força, velocidade e etc. Já a densidade, é a relação temporal entre a fase de carga e de recuperação, tornando-se decisiva na orientação dos treinos. Uma densidade bem ajustada, assegura a eficiência do treinamento e evita

um estado crítico de fadiga e lesão. Por fim, a complexidade refere-se ao grau de sofisticação ou de demanda coordenativa de um exercício (WEINECK, 2000) .

A natação é uma modalidade esportiva predominantemente cíclica, caracterizada pelo deslocamento na água por meio de diferentes estilos. Sendo assim, possui algumas classificações em suas provas, sendo elas de velocidade (até 100m), meio fundo (200m e 400m) e fundo (800m e 1.500m). O desempenho na natação é estabelecido através de uma série de fatores, como a eficiência técnica, capacidade anaeróbia, capacidade aeróbia e a força específica para o nado. A mensuração desse desempenho ocorre por meio de tempos obtidos nas provas, índices estabelecidos pelas federações esportivas e testes fisiológicos que avaliam parâmetros como o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.), o limiar anaeróbio e a potência muscular (MAGLISHO, 2010)

Nas provas de velocidade, o treinamento tem maior ênfase na força explosiva por necessitarem de uma alta intensidade em um estímulo de curta duração, além do refinamento técnico para reduzir o arrasto (COSSERATTO et al.,2016). Nas provas de meio fundo e fundo o foco será direcionado para a resistência aeróbia, necessitando de um controle mais rigoroso do volume e da intensidade dos treinos para, principalmente, retardar a fadiga (NAVARRO; SILVA, 2018). Essas distinções são importantes para estabelecer a carga de treinamento, sendo necessários testes periódicos para ajustar as estratégias, garantindo a individualidade de cada nadador. Os avanços tecnológicos na área, como a tecnologia dos “wearable”, auxiliam no monitoramento destes componentes da carga de treinamento, mostrando o volume e a intensidade que o atleta realizou e muitas vezes também os biomarcadores, como a frequência cardíaca (BOMPA; BUZZICHELLI, 2019). Esses mecanismos são de grande valia, pois oferecem um feedback após a realização do treino. O atual projeto, tem como objetivo maior otimizar esse controle de intensidade de maneira síncrona à realização do treinamento na natação, tendo em vista que o atleta não consegue ter contato visual, nem verbal com o treinador. A luz poderá, neste caso, fornecer essa instrução visual instantânea.

4.3 - TECNOLOGIA E TREINAMENTO ESPORTIVO

O desempenho esportivo pode ser analisado e controlado por diferentes possibilidades. Essas ferramentas se distinguem entre as diferentes técnicas de

análise: cinemática, cinética, controle e autonomia (WINTER, 1990). Essas técnicas, em sua maioria, utilizam da tecnologia para realizar a análise do desempenho.

Para compreender um pouco mais sobre essas técnicas, primeiramente, destacamos a cinemática, que utiliza muitas das vezes, de um instrumento óptico que permite registrar o espaço-tempo do movimento por meio de filmadoras convencionais e ou dispositivos mais avançados com sistemas optoeletrônicos. Sendo assim, é possível realizar análise do deslocamento, velocidade ou aceleração em qualquer momento (CARLING et al., 2008).

Já na cinética, a análise feita é voltada para forças e torques, e para isso são utilizados ferramentas tecnológicas como plataforma de força, equipamentos isocinéticos e dinamômetros de força adaptados para condições que necessitam de especificidade (SILVA; PEREIRA, 2019).

A técnica de controle vai analisar as ativações musculares ou corticais que dosam o movimento dos atletas. As tecnologias utilizadas que possibilitam essa análise são a eletromiografia, eletrocefalograma, ultrassonografia e a ressonância magnética. Entretanto, para o esporte, o mais utilizado é eletromiografia para aperfeiçoamento do desempenho (ROBERTSON et al., 2014).

A autonomia vai envolver a antropometria, que analisa os aspectos estruturais do corpo do atleta como forma, massa corporal e estatura, juntamente com o ambiente com que ele interage que ajuda a decifrar o que está acontecendo com o corpo e se as estratégias de treinamento estão efetivas (FRANK et al., 2011).

5 Método

Este equipamento tem como premissa ser leve, prático e ajustável a qualquer dimensão de piscina. Nesta parte do estudo será detalhado todas as etapas da construção do seu protótipo, perpassando as quatro fases de desenvolvimento do mesmo, para então realizar sua testagem prática (Figura 1). A seguir serão descritas as etapas para elaboração do produto



Figura 1 – Diagrama de etapas do projeto

5.1 - Conceção

A elaboração deste produto, utilizando fita de LED para o monitoramento da intensidade do nado, aqui denominado “Continue a nadar”, originou-se a partir da percepção pessoal da autora durante seus treinamentos. Ao notar uma queda no rendimento durante os treinamentos individuais, em comparação com sessões de treino com outros atletas, surgiu a ideia de criar um dispositivo que pudesse proporcionar estímulo durante seus treinamentos individuais.

A inspiração para a concepção veio de uma conversa com o professor Renato Melo, que mencionou tecnologia da Nike, utilizada no atletismo, com funcionalidade semelhante ao que a aluna buscava. No entanto, as opções disponíveis para instalação em piscinas eram de alto custo ou exigiam modificações prévias na estrutura da piscina. A ausência de um produto acessível e de fácil instalação após a construção da piscina motivou a busca por uma solução viável.

Diante desse desafio, surgiu a ideia de desenvolver o produto como parte do trabalho de conclusão de curso. Durante a execução do projeto, seguindo as boas condutas de desenvolvimento de produtos, optou-se pela elaboração de um protótipo, em pequena escala, para a realização de testes iniciais, possibilitando a solução de problemas com um menor custo e prováveis refinamentos ao longo do processo de desenvolvimento.

5.2- Lista de materiais

O sistema eletrônico de iluminação subaquática, portanto, foi pensado com o objetivo de auxiliar nadadores no controle da velocidade do nado durante os treinos. Para sua construção, foram utilizados uma protoboard, unidade de processamento ESP32, linguagem de programação C++, IDE do Arduino e o display OLED. O protoboard foi utilizado como uma base para a montagem dos componentes eletrônicos, o que permite ajustes e testes no circuito antes da implementação de todos os componentes. A unidade de processamento escolhida foi a ESP32, um microcontrolador programado por meio da IDE do Arduino, utilizando a linguagem de programação C++. Este microcontrolador é responsável por gerenciar a ativação e a movimentação das luzes ao longo da fita de LED, conforme ajustado pelo usuário.

O sistema conta com três botões, dois dos botões permitem o ajuste da distância das

luzes em incrementos de 5 metros, aumentando ou diminuindo a configuração conforme necessário. O terceiro botão é responsável por iniciar o percurso luminoso, ativando a sequência programada.

Um potenciômetro é utilizado para definir a velocidade com que as luzes acendem e apagam, criando a percepção de movimento. Tanto a distância configurada quanto a velocidade ajustada são exibidas no display OLED. A definição tanto da metragem quanto da velocidade podem ser manipuladas através da programação do microcontrolador de acordo com a necessidade de cada usuário

Após a definição dos parâmetros, o sistema aciona progressivamente as luzes ao longo da piscina, permitindo que o usuário acompanhe visualmente o ritmo programado. Outros materiais necessários para a construção do equipamento estão listados (Quadro 1).

Fita Led Ws2812 Endereçável 5mts 300 Leds 5 Volts Ip20	163,00
Kit inicial básico para ESP32 ESP- 32S Placa de desenvolvimento WIFI para Arduino Project	127,45
Mangueira Cristal 1/2 X 2,0 Transparente	29,90 (10m)
Abraçadeira Nylon 200mm X 4,8mm	35,82 (100 unidades)
Ventosas De 40mm (4cm) De	17,75 (10 unidades)
Silicone especial para aquário	18,90
Cabo manga	4,74 (3m)
Rolha de cortiça	Reciclada

Quadro 1 - Lista de materiais

Com esse protótipo, criado para uma piscina de 5m, teve-se um custo inicial de R\$ 396,98. Segue separadamente nas imagens dos materiais utilizados, na ordem descrita na tabela acima.



Figura 2- Fita de LED

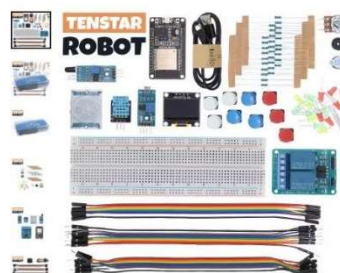


Figura 3- Kit inicial básico para ESP32 ESP-32S



Figura 4- Mangueira Cristal



Figura 5- Abraçadeira Nylon



Figura 6- Ventosas De 40mm



Figura 7- Silicone especial para aquário



Figura 8- Cabo Manga



Figura 9- Rolha de cortiça

5.3- Montagem e programação

Iniciou-se o desenvolvimento do equipamento em duas frentes. Enquanto eram realizados os testes de segurança na piscina, era também desenvolvido o controle externo para as luzes de LED.

O primeiro passo foi encontrar uma solução que possibilita-se a introdução da luz de LED dentro da piscina. Apesar da voltagem desta luz ser baixa e não representar perigo para as pessoas, buscou-se uma alternativa mais segura para a sua introdução dentro da água. Após a decisão por uma mangueira transparente, que não dificultasse a visualização das luzes de LED, o próximo passo foi descobrir uma forma que permitisse uma fácil fixação da mangueira no chão e parede da piscina, já que a mesma se estenderia para fora da água, evitando assim que entrasse água pelo interior da mangueira. Optou-se pela utilização de ventosas, sendo o espaçamento entre eles de aproximadamente 80 centímetros.



Figura 10- Mangueira fixada com as ventosas sem o LED

Paralelo a discussão acima, estava sendo elaborado o controle das luzes de LED. Optou-se por utilizar um modelo no qual a programação é feita através de um sistema de botões e um potenciômetro. Os botões (indicados pela seta azul na figura 2) tem diferentes funções, sendo eles branco para aumentar a distância, azul para diminuir a distância e vermelho para dar partida ao deslocamento do feixe de luz. Já o potenciômetro (indicado pela seta vermelha na figura 2) tem a função de regular a velocidade em que esse feixe vai se deslocar através da programação estabelecida, que pode variar e ser manipulada de acordo com a necessidade. Após esta etapa foram desenvolvidos testes no solo, para realmente verificar o seu funcionamento.

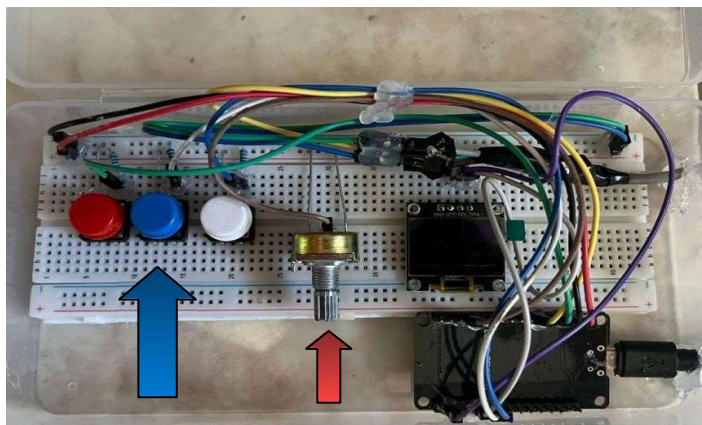


Figura 11- Caixa acrílica com os controles

No momento em que seria realizada a passagem do LED para dentro da fita, foi observado que seria necessário realizar uma emenda de um cabo para que a fita pudesse ficar no centro da mangueira e os controles pudessem ficar mais longe da piscina.

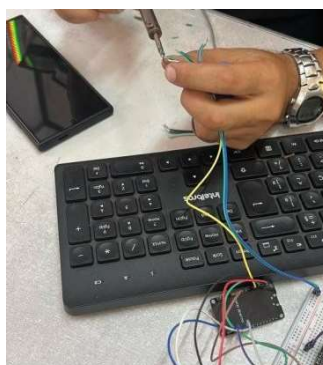


Figura 12- Emenda do cabo manga

Além disso, após a introdução do LED na mangueira, as duas pontas foram vedadas com rolhas de cortiça reaproveitadas e por cima da rolha foi aplicado uma camada de silicone próprio para ambientes aquáticos, garantindo que a fita não tenha contato direto com a água.



Figura 13- Mangueira vedada

5.4- Teste de funcionalidade

Depois de todo o processo de programação, inserção da fita na mangueira e vedação da mesma, foi realizado o teste dentro da piscina. Em uma caixa transparente foi fixado os controles, dessa caixa saem dois fios, um que liga a fita aos controles e outro que liga o programador à uma fonte de energia. Após fixar a mangueira com as ventosas no fundo e nas laterais da piscina, o controlador foi ligado à fonte de energia. Com o programador já alimentado pela fonte de energia, a programação do tempo e da distancia foi feita e iniciou-se o deslocamento do feixe de luz.

6 Resultados

Para melhor apresentação dos resultados, os mesmos foram divididos em duas partes, sendo elas: (i) apresentação do protótipo em teste piloto fora da piscina e (ii) apresentação do protótipo em teste dentro da piscina

Como medida de segurança e que também possibilitasse ajustes de forma mais rápida e de fácil acesso, optou-se por uma testagem inicial fora da piscina. O objetivo inicial desta etapa foi testar o controlador da luz de LED. Então em uma sala, colocou-se a luz de LED no chão e foi feita a conexão com o seu controlador. Logo após, foi ligado o equipamento para verificar se o mesmo atendia ao plano inicial de controlar o movimento da luz em diferentes velocidades programáveis. Com o sucesso observado nesta etapa, passou-se para a segunda etapa, dentro da piscina (Vídeo demonstrativo através do link: https://drive.google.com/file/d/1_B3HXKVpQg_WkhGOTxJqhB8-ciJPPubn/view?usp=drive_link)

Como explicado anteriormente, montou-se o equipamento (luz de LED) dentro de uma mangueira transparente, observando todos os cuidados de vedação e proteção do equipamento para que o mesmo não queime com o contato com água. Além disso, foi assegurado pelo pesquisador colaborador que a voltagem da fita era baixa e não oferecia risco de eletrocussão. Um dos pesquisadores envolvidos no projeto, entrou em uma piscina de 6 m de comprimento e fez a fixação, por meio de ventosas, da mangueira com o LED no chão e parede lateral da piscina. A caixa de controle se encontrava protegida por uma caixa acrílica a aproximadamente 2,5m de distância da piscina. Logo após o preparo o teste foi realizado (Vídeo demonstrativo através do link:

<https://drive.google.com/file/d/1FrDMPzCJQkisJEyLaOIRqRx1aRmm1J4>

[A/view?usp=drivesdk](#)) O resultado do funcionamento do produto desenvolvido é satisfatório e funcional. Foi possível realizar o controle da velocidade de movimento da luz de LED, assim como da distância percorrida, sendo muito boa a sua visibilidade.

7 Considerações Finais

Espera-se que o sistema possa contribuir para que os nadadores controlem, ajustem e monitorem seu ritmo durante os treinos de forma intuitiva. O produto permite configurar a distâncias e o tempo para ser seguido durante o treino, alterando assim o ritmo de nado do atleta. Isso acontece por meio de um potenciômetro e um display de LED exibem em tempo real os valores configurados, proporcionando indicadores para o treino.

Ao iniciar o percurso, as luzes acendem progressivamente ao longo da piscina, permitindo o acompanhamento visual do nadador durante seu deslocamento, para que mantenha um ritmo constante. Acredita-se que esse sistema contribuirá para o melhor desempenho, auxiliando na cadência do nado.

8 Referências

BOMPA, Tudor O.; BUZZICHELLI, Carlo. Periodização do treinamento esportivo: teoria e metodologia do treinamento. 6. ed. São Paulo: Phorte, 2019.

BLACHE, Georges. É absolutamente impossível descrever um método racional para todos e sem conhecer particularmente cada indivíduo. 1909. Disponível em: <https://cev.org.br/media/biblioteca/4013559.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2025.

CARLING, C. et al. The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. *Sports Medicine*, v. 38, p. 839-862, 2008.

CORRÊA, C. R. F.; MASSAUD, M. G. Natação na pré-escola. Rio de Janeiro: Sprint, 2004.

COSSERATTO, F. et al. Treinamento de natação: teoria e prática. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

Disponível em: <https://www.inventorsdigest.com/articles/trackpacer-led-string-tracks-helps-runners-train/>. Acesso em: 8 mar. 2025

F.I.N.A. History of F.I.N.A. 2000. Disponível em: <http://www.fina.org/hist/html>. Acesso em: 8 mar. 2025.

FONTDEVILA, F. Introdução à natação de competição: aspectos a ter em conta. *Comunicações Técnicas*, (1), p. 3-19, 1999.

FRANK, D. L. et al. Biofeedback Training in Patients with Advanced Heart Failure. *Journal of Cardiac Failure*, v. 17, n. 8, p. S91, 2011.

GOMES, Antônio Carlos. Treinamento desportivo: estruturação e periodização. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

LEWILLIE, Luc. Biomechanics and Medicine in Swimming II. Baltimore: University Park Press, 1983.

LOSAW, J. Trackpacer LED string tracks helps runners train. 12 nov. 2023.

MAGLISCHO, Ernest W. *Swimming Fastest*. Champaign: Human Kinetics, 2003.

MAGLISCHO, E. W. Natação: teoria e prática. 3. ed. Barueri: Manole, 2010.

NAVARRO, F.; SILVA, P. *Fisiologia aplicada à natação de alto rendimento*. São Paulo: Phorte, 2018.

PLATONOV, Vladimir N. Treinamento esportivo: teoria geral e sua aplicação prática. Kiev: Palestra, 2004.

REYES, R. Evolução da natação espanhola através dos campeonatos de natação de inverno e verão desde 1977 a 1996. 1998. Tese (Doutorado) — Universidade das Palmas de Grande Canária.

ROBERTSON, D. G. E.; CALDWELL, G. E.; HAMILL, J.; KERNOZEK, T. W.; LI, L. Research methods in biomechanics. 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2014

RODRÍGUEZ, L. História da natação e evolução dos estilos. Natação, Saltos e Waterpolo, v. 19, n. 1, p. 38-49, 1997.

SILVA, J. R.; PEREIRA, M. L. Biomecânica aplicada ao movimento humano. ed. São Paulo: Editora Científica, 2019.

SZMUCHROWSKI, L. A.; RODRIGUES, M. S.; MARINHO, D. A. Fisiologia e treinamento em natação: aspectos gerais e específicos. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, v. 33, n. 2, p. 489-507, 2011.

TOLEDO, Luiz Fernando de; CARVALHO, Eduardo Gomes de. A biomecânica da natação. Revista Brasileira de Ciência e Movimento, Brasília, v. 13, n. 1, p. 61-74, 2005.

TUBINO, M. J. G. Metodologia científica do treinamento desportivo. 6. ed. São Paulo: Ícone, 2000.

WAVELIGHT. Wavelight-technologies.com. 12 nov. 2023. Disponível em: <https://www.wavelight-technologies.com/>. Acesso em: 8 mar. 2025.

WEINECK, J. Treinamento ideal. 9. ed. São Paulo: Manole, 2000.

WHITTLESEY, S. N. Research Methods in Biomechanics. Champaign, IL: Human Kinetics, 2014.

Disponível em: <https://cev.org.br/media/biblioteca/4013559.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2025.

WINTER, D. A. Biomechanics and motor control of human movement. New York: John Wiley & Sons, 1990