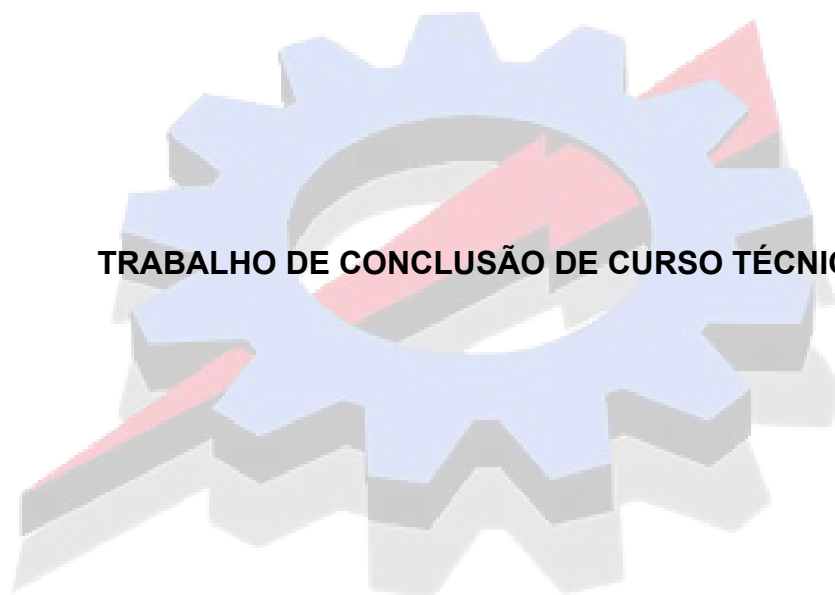


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO

MÁQUINA AUXILIAR PARA TREINOS DE VOLEIBOL

BRAYAN THEILOR KLIMECK DE CAMARGO

JOÃO PEDRO MEERT

MATHEUS SCHORN DA ROSA

SÃO LEOPOLDO

2025

BRAYAN THEILOR KLIMECK DE CAMARGO
JOÃO PEDRO MEERT
MATHEUS SCHORN DA ROSA

MÁQUINA AUXILIAR PARA TREINOS DE VOLEIBOL

Trabalho de Conclusão de Curso Técnico
apresentado ao Curso de Eletromecânica da
Escola Técnica Estadual Frederico
Guilherme Schmidt como requisito para
aprovação nas disciplinas do curso sob
orientação do professor Adriano Freitas e
coorientação do professor André Furtado.

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo desenvolver uma máquina auxiliar para treinamentos de voleibol, com foco na melhoria das habilidades de recepção e levantamento. A proposta surgiu a partir de um estudo preliminar que constatou que muitas instituições de ensino não dispõem de recursos financeiros suficientes para adquirir equipamentos automatizados, cujo custo costuma ultrapassar R\$15.000,00. Diante desse cenário, no contexto da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, foi idealizada e construída uma alternativa de baixo custo — apenas R\$781,28, o que representa cerca de 95% de economia — que fosse segura, funcional, eficaz e adaptada às necessidades da prática esportiva escolar. A máquina foi desenvolvida com materiais reaproveitados, o que contribui para a sustentabilidade do projeto, e equipada com componentes eletromecânicos, sensores e um sistema de mobilidade por rodinhas. Este dispositivo permite o ajuste da altura e da inclinação do aro, oferecendo versatilidade na utilização do aparelho. O controle e o monitoramento da máquina são feitos por meio de um microcontrolador ESP32, que registra informações de desempenho dos atletas (como percentual de acerto e tempo de utilização do equipamento) e as disponibiliza por uma interface web desenvolvida com C++, HTML, CSS e JavaScript. Este sistema, ainda, conta com leitura por RFID para identificar individualmente os jogadores. Durante a sua concepção, o projeto buscou seguir as normas NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) e NR-17 (Ergonomia), garantindo a segurança, a acessibilidade e o conforto dos usuários. A metodologia adotada envolveu pesquisa qualitativa e quantitativa, com entrevistas, observações e testes práticos com estudantes/atletas do projeto da escola pertencentes a equipe de voleibol sub-17. Com esta iniciativa, espera-se aprimorar a técnica dos alunos/atletas, ampliar o acesso ao treinamento esportivo de qualidade e incentivar a adoção de soluções semelhantes em outras instituições. O projeto também busca promover o interesse dos jovens pelo esporte, integrando tecnologia e Educação Física Escolar, além de contribuir para uma formação mais completa, inclusiva e motivadora.

Palavras-chave: voleibol; treinamento; comunidade escolar; educação física; mecatrônica

ABSTRACT

This work aims to develop an auxiliary machine for volleyball training, focusing on improving reception and setting skills. The proposal arose from a preliminary study that identified the lack of financial resources in many educational institutions to acquire automated training equipment, which usually costs over R\$15,000. Within this context, at Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, a low-cost alternative was designed and built for only R\$781,28 — about 95% cheaper — while ensuring safety, functionality, and effectiveness for school sports practice. The machine was developed using recycled materials, equipped with electromechanical components, sensors, and a mobility system with wheels. It allows height and angle adjustments of the hoop, providing versatility in use. Control and monitoring are carried out by an ESP32 microcontroller, which records performance data and makes it available through a web interface developed with C++, HTML, CSS, and JavaScript, also featuring RFID identification for players. The project followed NR-12 (Safety at Work with Machines and Equipment) and NR-17 (Ergonomics) regulations to ensure user safety and comfort. The methodology combined qualitative and quantitative research, including interviews and practical tests with under-18 volleyball players. The initiative aims to improve students' technical skills, expand access to quality sports training, and encourage the replication of similar solutions in other institutions, fostering student interest in sports and integrating technology with Physical Education.

Keywords: volleyball; training; school community; physical education; mechatronics

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo desarrollar una máquina auxiliar para entrenamientos de voleibol, enfocada en mejorar las habilidades de recepción y levantamiento. La propuesta surgió a partir de un estudio preliminar que identificó la falta de recursos financieros en muchas instituciones educativas para adquirir equipos automatizados de entrenamiento, cuyo costo suele superar los R\$15.000. En este contexto, en la Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt se diseñó y construyó una alternativa de bajo costo — solo R\$781,28, aproximadamente un 95% más económica — que resulta segura, funcional y eficaz para la práctica deportiva escolar. La máquina fue elaborada con materiales reutilizados, equipada con componentes electromecánicos, sensores y un sistema de movilidad con ruedas. Permite ajustes de altura e inclinación del aro, ofreciendo versatilidad en su uso. El control y monitoreo se realizan mediante un microcontrolador ESP32, que registra datos de rendimiento y los disponibiliza en una interfaz web desarrollada con C++, HTML, CSS y JavaScript, además de contar con identificación RFID para los jugadores. El proyecto siguió las normativas NR-12 (Seguridad en el Trabajo con Máquinas y Equipos) y NR-17 (Ergonomía), garantizando seguridad y comodidad a los usuarios. La metodología incluyó investigación cualitativa y cuantitativa, con entrevistas y pruebas prácticas con estudiantes/jugadores de voleibol sub-18. Se espera mejorar la técnica de los alumnos, ampliar el acceso a entrenamientos de calidad y fomentar la replicación de soluciones similares en otras instituciones, promoviendo el interés juvenil por el deporte e integrando tecnología con la Educación Física Escolar.

Palabras clave: voleibol; entrenamiento; comunidad escolar; educación física; mecatrónica

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Rodinha de silicone.....	21
Figura 2 - Cabo de aço para rede.....	21
Figura 3 - Manípulo macho.....	22
Figura 4 - Roldana.....	22
Figura 5 - Manivela com catraca.....	23
Figura 6 - ESP32.....	23
Figura 7 - Jumpers.....	24
Figura 8 - Sensor infravermelho.....	24
Figura 9 - Protoboard.....	25
Figura 10 - Cabo micro-USB.....	25
Figura 11 - RC522.....	26
Figura 12 - Led.....	26
Figura 13 - Resistor.....	27
Figura 14 - Tag RFID.....	27
Figura 15 - Display LCD.....	28
Figura 16 - Linguagem C++.....	29
Figura 17 - WebServer.h.....	29
Figura 18 - WiFi.h.....	30
Figura 19 - MFRC522.....	30
Figura 20 - HTML.....	31
Figura 21 - CSS.....	31
Figura 22 - JavaScript.....	32
Figura 23 - Divisor de tensão.....	32
Figura 24 - ODS 3.....	33
Figura 25 - ODS 4.....	34
Figura 26 - ODS 5.....	34
Figura 27 - ODS 9.....	35
Figura 28 - ODS 10.....	35
Figura 29 - ODS 11.....	36
Figura 30 - Esqueleto.....	37
Figura 31 - Pés.....	39
Figura 32 - Braços.....	40

Figura 33 - Aro.....	40
Figura 34 - Diagrama eletrônico.....	41
Figura 35 - Circuito real.....	42
Figura 36 - Esquema real de ligação.....	43
Figura 37 - Site.....	47
Figura 38 - Treino de levantamento.....	52
Figura 39 - Treino de recepção.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estado da Arte.....	16
Tabela 2 - Principais fundamentos do vôlei.....	18
Tabela 3 - Cronograma.....	48
Tabela 4 - Recursos.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm	Milímetro
m ²	Metro quadrado
esp.	Espessura
kg	Quilograma
mL	Mililitro
Hz	Hertz
ESP32	Microcontrolador com Wi-Fi/Bluetooth
RFID	Radio-Frequency Identification
RC522	Módulo leitor RFID
E18-D80NK	Sensor infravermelho de proximidade
LED	Light Emitting Diode (Diodo Emissor de Luz)
POO	Programação Orientada a Objetos
SPI	Serial Peripheral Interface
C++	Linguagem de Programação C++
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
MFRC522	Biblioteca para RFID com RC522
CSV	Comma-Separated Values (menção indireta possível no site)

LISTA DE SÍMBOLOS

R\$ – Real (moeda brasileira)

∅ – Diâmetro

" – Polegada

% – Porcentagem

$\frac{1}{2}$ – Um meio (fração)

$\frac{1}{4}$ – Um quarto (fração)

$\frac{5}{8}$ – Cinco oitavos (fração)

$\frac{5}{16}$ – Cinco dezesseis avos (fração)

100% – Totalidade ou completo

Ω – Ohm

V – Volts

A – Ampère

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO.....	14
1.2 PROBLEMA.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	14
1.3.1 Objetivo Geral.....	14
1.3.2 Objetivos Específicos.....	14
1.4 JUSTIFICATIVA.....	14
1.5 RELEVÂNCIA.....	15
2 ESTADO DA ARTE.....	16
2.1 ESTUDO DAS ZONAS E EFICÁCIA DA RECEPÇÃO EM FUNÇÃO DO JOGADOR RECEBEDOR NO VOLEIBOL SÊNIOR FEMININO.....	16
2.2 ANSIEDADE E DESEMPENHO DE JOGADORAS DE VOLEIBOL EM PARTIDAS REALIZADAS DENTRO E FORA DE CASA.....	17
2.3 A IMPORTÂNCIA DO VOLEIBOL NO ENSINO FUNDAMENTAL.....	17
2.4 MÁQUINA AUXILIAR PARA TREINOS DE VOLEIBOL.....	17
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1 FUNDAMENTOS DO VOLEIBOL.....	18
3.2 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	20
3.2.1 NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.....	20
3.2.2 NR-17 - Ergonomia.....	20
3.3 COMPONENTES.....	21
3.3.1 Rodinhas De Silicone.....	21
3.3.2 Cabo De Aço Para Rede.....	21
3.3.3 Manípulo Macho.....	22
3.3.4 Roldana.....	22
3.3.5 Manivela Com Catraca.....	23
3.3.6 ESP32.....	23
3.3.7 Jumpers.....	24
3.3.8 Sensor Infravermelho E18-D80NK.....	24
3.3.9 Protoboard.....	25
3.3.10 Cabo micro-USB.....	25
3.3.11 Leitor RFID RC522.....	26

3.3.12 Led.....	26
3.3.13 Resistor.....	27
3.3.14 Tag RFID.....	27
3.3.15 Display LCD.....	28
3.4 PROGRAMAÇÃO.....	29
3.4.1 Linguagem C++.....	29
3.4.2 Biblioteca WebServer.h.....	29
3.4.3 Biblioteca WiFi.h.....	30
3.4.4 Biblioteca MFRC522.....	30
3.4.5 HTML.....	31
3.4.6 CSS.....	31
3.4.7 JavaScript.....	32
3.5 DIVISOR DE TENSÃO.....	32
3.6 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	33
3.6.1 ODS 3 – Saúde e Bem-Estar.....	33
3.6.2 ODS 4 – Educação de Qualidade.....	33
3.6.3 ODS 5 – Igualdade de Gênero.....	34
3.6.4 ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura.....	35
3.6.5 ODS 10 – Redução das Desigualdades.....	35
3.6.5 ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis.....	36
4 METODOLOGIA.....	37
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	38
4.2 PROTÓTIPO.....	38
4.2.1 Parte mecânica.....	38
4.2.1.1 Pés.....	38
4.2.1.2 Tronco.....	39
4.2.1.3 Haste Rotativa.....	39
4.2.1.4 Braços.....	39
4.2.1.5 Aro.....	40
4.2.2 Parte eletrônica e programação.....	41
4.2.2.1 Diagrama e circuito.....	41
4.2.2.2 Conexões eletrônicas.....	43
4.2.2.3 Programação.....	44
4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES.....	44

4.3.1 Rodinhas De Silicone.....	44
4.3.2 Cabo De Aço Para Rede.....	44
4.3.3 Manípulo Macho.....	44
4.3.4 Roldana.....	44
4.3.5 Manivela Com Catraca.....	45
4.3.6 ESP32.....	45
4.3.7 Jumpers.....	45
4.3.8 Sensor Infravermelho E18-D80NK.....	45
4.3.9 Protoboard.....	45
4.3.10 Cabo micro-USB.....	45
4.3.11 Leitor RFID RC522.....	45
4.3.12 Led.....	45
4.3.13 Resistor.....	46
4.3.14 Tag RFID.....	46
4.3.15 Display LCD.....	46
4.4 FUNCIONALIDADES.....	46
4.4.1 Ajuste De Altura.....	46
4.4.2 Ajuste No Ângulo Do Aro.....	46
4.4.3 Locomoção.....	46
4.4.4 Site.....	46
5 CRONOGRAMA.....	48
6 RECURSOS.....	49
7 RESULTADOS PARCIAIS.....	51
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A – Código.....	57

1 INTRODUÇÃO

O vôlei foi criado em 9 de fevereiro de 1895 pelo professor de educação física William George Morgan nos Estados Unidos com o objetivo de ser um jogo onde os riscos de lesões fossem reduzidos. É um esporte praticado em duas equipes com 6 jogadores cada, em uma quadra dividida por uma rede. É praticado utilizando majoritariamente os braços para realizar fundamentos como o toque, a manchete e o corte. Conforme Silva (2020), “a essência do voleibol é promover a interação entre os alunos, entretenimento e saúde. Ajuda muito no dia a dia dos alunos, desde atividades simples até as mais complexas”. No Brasil, é um dos esportes mais populares, com as seleções feminina e masculina conquistando medalhas nas Olimpíadas.

Para o aprimoramento dos atletas são realizados treinos tanto manuais (sem o auxílio de máquinas) quanto os automatizados (com auxílio de máquinas). Os manuais são realizados em coletivo, necessitando de várias pessoas. Já os automatizados são realizados com o auxílio de máquinas, não necessitando de uma quantidade específica de pessoas. O desafio são os preços dessas máquinas, variando de R\$1.530, R\$3.000 chegando até mesmo a R\$15.000, o que torna inviável a aquisição para a maioria das escolas. Tendo isso em vista, nosso projeto tem como objetivo desenvolver uma máquina que auxiliará nesses treinos.

Desenvolveremos uma máquina auxiliar para treinos de voleibol planejada para a Escola Frederico Guilherme Schmidt, visando melhorar a técnica dos jogadores na recepção de bola e no levantamento. Essa máquina poderá ser integrada aos treinos para aprimorar a precisão e a técnica dos jogadores.

Esta máquina poderá melhorar significativamente a recepção, o levantamento e o toque dos jogadores, contribuindo para treinos melhores e mais objetivos. Além disso, a implementação dessa máquina deve ser economicamente viável para a escola, permitindo um treinamento mais acessível e eficiente. A máquina também contará com um ajuste de forma, segura para diferentes usuários, garantindo que os treinos tenham um benefício adicional para os jogadores.

O objetivo geral do projeto é aprimorar os treinos escolares de voleibol em nossa escola, visando melhorar o desempenho dos atletas em competições regionais.

O desenvolvimento dessa máquina é relevante não somente à comunidade escolar. Aprimorar a técnica dos jogadores no vôlei é fundamental para o

desenvolvimento do esporte a nível local e regional. Além disso, ao proporcionar uma opção mais econômica, abrimos portas para que mais escolas possam investir em treinos de qualidade para seus alunos. Desse modo, sua implementação não apenas promove a prática esportiva, mas também contribui para o desenvolvimento técnico e físico dos praticantes de vôlei, fortalecendo a comunidade escolar e promovendo hábitos saudáveis.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Desenvolver uma máquina auxiliar de treinos de voleibol para a escola Frederico Guilherme Schmidt que tenha bom custo-benefício e seja funcional.

1.2 PROBLEMA

Como uma máquina auxiliar pode ser desenvolvida e integrada aos treinos de voleibol para melhorar a recepção de bola e o levantamento, aprimorando a técnica e a precisão dos jogadores?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma máquina de apoio aos treinos escolares de voleibol, melhorando o desempenho técnico dos alunos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Criar um equipamento de baixo custo e fácil manuseio;
- Facilitar a coleta e visualização de dados de treino;
- Incorporar princípios de segurança (NR-12) e ergonomia (NR-17);
- Estimular a prática esportiva no ambiente escolar.

1.4 JUSTIFICATIVA

A prática do Voleibol no contexto escolar é fundamental para a formação integral do alunado. Ainda, é um desafio para o professorado tornar as suas aulas mais atraentes e dar conta da legislação vigente, como a implementação da BNCC (BRASIL, 2018). Conforme Silva (2020), o voleibol estimula a interação entre os alunos, proporcionando benefícios que vão além do corpo. Nesse contexto, muitos estudantes desistem da prática esportiva pela falta de estrutura e a oportunidade de

um desenvolvimento técnico. Assim, uma máquina para treinos, projetada para atender as necessidades dos estudantes, além de ser uma ferramenta para o incentivo ao esporte, também colabora com o desenvolvimento técnico dos estudantes.

Este projeto justifica-se por apresentar uma solução acessível e funcional, capaz de melhorar os treinos de voleibol escolar. As máquinas automatizadas disponíveis no mercado possuem valores que ultrapassam R\$15.000,00, sendo inviáveis para muitas instituições. A proposta desenvolve uma máquina auxiliar com custo reduzido (R\$781,28), funcional e segura, possibilitando seu uso em treinos de levantamento e recepção com boa adaptação à realidade escolar.

Além disso, a integração de um sistema com ESP32, sensores e interface web permite a coleta e visualização de dados em tempo real, possibilitando que professores personalizem os treinos com base em evidências. As informações são exportadas em formato CSV, facilitando o acompanhamento do desempenho individual dos alunos. Com isso, o projeto contribui para tomadas de decisão pedagógicas mais precisas.

Estudos como os de Barcellos (2016), sobre os benefícios do voleibol no ensino fundamental, e de Maia e Mesquita (2006), sobre a eficácia da recepção em diferentes zonas da quadra, reforçam a importância de investimentos em ferramentas tecnológicas que potencializem o ensino do esporte. Assim, o projeto se apresenta como uma proposta relevante, replicável e alinhada às necessidades de escolas com recursos limitados.

1.5 RELEVÂNCIA

Após entrevistarmos 8 técnicos e 3 professores de educação física, chegamos a conclusão de que nosso projeto tem relevância pois 72,8% deles apontaram a recepção e o levantamento como os fundamentos cruciais para a prática do esporte. Além disso, os entrevistados acreditam que o custo da nossa máquina se torna atrativo quando comparado às já existentes. Nesta pesquisa também comentaram que nosso sistema de monitoramento e estatística é o grande diferencial do projeto, pois não existe algo parecido no mercado.

2 ESTADO DA ARTE

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Estudo das zonas e eficácia da recepção em função do jogador recebedor no voleibol sênior feminino	Nuno Maia, Isabel Mesquita	2006
Ansiedade e desempenho de jogadoras de voleibol em partidas realizadas dentro e fora de casa	Mauro Menegolli Ferreira da Silva, Belizário de Paiva Vidual, Rafael Afonso de Oliveira, Hélio Mamoru Yoshida, João Paulo Borin, Paula Teixeira Fernandes	2014
A importância do voleibol no ensino fundamental	Barcellos, Anderson Duarte	2016

Fonte: os autores (2024)

2.1 ESTUDO DAS ZONAS E EFICÁCIA DA RECEPÇÃO EM FUNÇÃO DO JOGADOR RECEBEDOR NO VOLEIBOL SÊNIOR FEMININO

O estudo realizado em 2006 em Porto por Nuno Maia e Isabel Mesquita não apenas contribui para o entendimento acadêmico da eficácia da recepção no voleibol feminino sênior, mas também desafia conceitos estabelecidos e aponta para áreas que necessitam de mais investigação. Este estudo sobre recepção no voleibol feminino sênior analisou 683 ações em seis jogos, comparando a eficácia entre o líbero e os recebedores prioritários. Não se constatou que o líbero aumenta a eficácia em relação a outros jogadores. O líbero recebeu mais em Z6 e os recebedores prioritários em Z5, sem associações significativas entre zonas de recepção e eficácia. Isso indica que a divisão do campo em seis zonas pode não ser

adequada para avaliação, sugerindo a necessidade de novos estudos. sua abordagem metodológica rigorosa e os resultados inovadores oferecem insights valiosos para treinadores, pesquisadores e profissionais envolvidos no desenvolvimento e aprimoramento das habilidades de recepção no esporte.

2.2 ANSIEDADE E DESEMPENHO DE JOGADORAS DE VOLEIBOL EM PARTIDAS REALIZADAS DENTRO E FORA DE CASA

Este estudo desenvolvido em 2014 no interior de São Paulo por Mauro Menegolli Ferreira da Silva, Belizário de Paiva Vidual, Rafael Afonso de Oliveira, Hélio Mamoru Yoshida, João Paulo Borin e Paula Teixeira Fernandes aprofunda nossa compreensão sobre como a ansiedade pré-competitiva impacta o desempenho técnico no voleibol, mas também oferece entendimentos significativos para melhorar tanto a preparação esportiva quanto o suporte psicológico aos atletas. A combinação detalhada de avaliações psicológicas e análises técnicas representa uma abordagem pioneira que pode ser adaptada não apenas ao voleibol, mas também a diversas outras modalidades esportivas.

2.3 A IMPORTÂNCIA DO VOLEIBOL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Este estudo contribui para o corpo acadêmico ao revisar e consolidar o conhecimento existente do esporte nas escolas, mas também oferece diretrizes práticas importantes para educadores físicos e profissionais da área de ensino, promovendo um entendimento mais profundo sobre os benefícios do voleibol no desenvolvimento motor infantil.

2.4 MÁQUINA AUXILIAR PARA TREINOS DE VOLEIBOL

Este projeto tem como finalidade contribuir para melhorar os fundamentos do voleibol e aprimorar a qualidade dos treinos usando uma máquina projetada para auxiliar nos exercícios, também vai ajudar podendo otimizar e personalizar o treinamento dos jogadores assim tendo melhoras na precisão e consistência, realizando treinamentos individuais. O que diferencia nosso projeto dos demais é sua funcionalidade, permitindo o treino de até 2 fundamentos do vôlei (manchete e levantamento), seu custo-benefício — as máquinas já existentes e que realizam função semelhante giram em torno dos R\$1700 — e também a característica de que a máquina será um presente à nossa escola.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este projeto visa melhorar os fundamentos do voleibol e elevar a qualidade dos treinos através de uma máquina desenvolvida para auxiliar nos exercícios. A máquina permitirá otimizar e personalizar o treinamento dos jogadores, promovendo avanços na precisão e consistência durante os treinos individuais.

3.1 FUNDAMENTOS DO VOLEIBOL

Os fundamentos do voleibol são habilidades essenciais para o bom desempenho no esporte. O toque, ou passe, usa as pontas dos dedos para controlar e passar a bola. A manchete, ou recepção, é feita com os braços estendidos e as palmas unidas para receber saques e passes altos. O levantamento eleva a bola com as pontas dos dedos para um ataque, exigindo precisão. O ataque, ou corte, envolve golpear a bola para marcar pontos. O bloqueio impede que a bola adversária passe pela rede. O saque inicia o jogo, é feito golpeando a bola solta no ar com a mão ou parte do braço. Todos esses fundamentos são essenciais para o sucesso e são constantemente aprimorados em treinos e partidas. Na Tabela 2 são apresentados os principais fundamentos do vôlei.

Tabela 2 - Principais fundamentos do vôlei

Toque	É uma técnica utilizada para controlar e passar a bola com precisão. O jogador posiciona as mãos acima da cabeça, usando as pontas dos dedos para direcionar a bola suavemente, evitando contatos irregulares com o corpo. Essencial para recepção, passes altos e levantamentos, o toque é fundamental para a coordenação e sucesso da equipe.
-------	---

Manchete	Técnica usada para recepção de saques e passes altos, onde o jogador estende os braços e usa a parte inferior dos antebraços para direcionar a bola. Com postura estável, pés afastados e joelhos flexionados, a manchete é essencial para manter a posse de bola, preparar jogadas ofensivas e controlar o jogo.
Levantamento	O levantamento no voleibol é a técnica de posicionar a bola para o ataque, usando as pontas dos dedos com os braços estendidos acima da cabeça. A precisão é essencial para evitar erros e garantir que a bola chegue ao ponto ideal para o ataque da equipe.
Ataque	O ataque no voleibol é a técnica de marcar pontos, onde o jogador salta e golpeia a bola com força para o campo adversário. Utilizando a força das pernas e dos braços, o atacante busca superar o bloqueio e fazer a bola cair no chão do lado oposto, sendo crucial para a ofensiva e a pontuação da equipe.
Bloqueio	O bloqueio no voleibol é uma técnica defensiva em que o jogador salta perto da rede e estende as mãos para interceptar o ataque adversário. Requer boa sincronização e ajuste das mãos para cobrir a maior área possível. Um

	bloqueio eficaz é essencial para evitar pontos e fortalecer a defesa da equipe.
--	---

Fonte: os autores (2024)

3.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

O cuidado é crucial para a utilização de uma máquina para treinos de voleibol, já que a mesma utilizada de forma incorreta, pode trazer inúmeras consequências aos indivíduos. Para isso inúmeras normas foram desenvolvidas e implementadas a fim de garantir a segurança do operário e da carga transportada.

3.2.1 NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

A NR 12 estabelece normas de segurança para o trabalho com máquinas e equipamentos, com o objetivo de prevenir acidentes e proteger os trabalhadores. Ela exige a instalação de dispositivos de segurança e sinalização adequada. A norma também prevê a manutenção regular das máquinas e a garantia de condições de trabalho seguras, como espaço suficiente e boa iluminação. Além disso, exige documentação técnica para comprovar a conformidade e a implementação de sistemas para identificar e controlar riscos.

3.2.2 NR-17 - Ergonomia

A NR 17 estabelece diretrizes de ergonomia para adaptar as condições de trabalho às capacidades dos trabalhadores, melhorando conforto e segurança. A norma aborda a adequação de móveis e equipamentos, organização das tarefas, e a necessidade de pausas. Ela também exige que os equipamentos minimizem o esforço físico e o risco de lesões, e que o ambiente de trabalho tenha boa iluminação e ventilação. Além disso, requer treinamento em práticas ergonômicas para prevenir lesões e desconforto, promovendo um ambiente de trabalho mais saudável e produtivo.

3.3 COMPONENTES

3.3.1 Rodinhas De Silicone

Utilizadas para o transporte de diversos objetos, como, por exemplo, móveis, caixas de som, cadeiras, etc.

Figura 1 - Rodinha de silicone



Fonte: Loja Brafer (2024)

3.3.2 Cabo De Aço Para Rede

Cabo de aço galvanizado projetado para atender praticamente todas as redes de vôlei, tênis e beach tênis.

Figura 2 - Cabo de aço para rede



Fonte: Gisamar Redes (2024)

3.3.3 Manípulo Macho

Sua função é produzir aperto através de um giro.

Figura 3 - Manípulo macho



Fonte: KJ Fix (2024)

3.3.4 Roldana

Peça mecânica responsável por conectar um corpo a algo que realiza força sobre esse corpo.

Figura 4 - Roldana



Fonte: Nissola (2024)

3.3.5 Manivela Com Catraca

Utilizada para tracionar cabos como, por exemplo, varais de roupas ou cabos de redes de vôlei.

Figura 5 - Manivela com catraca

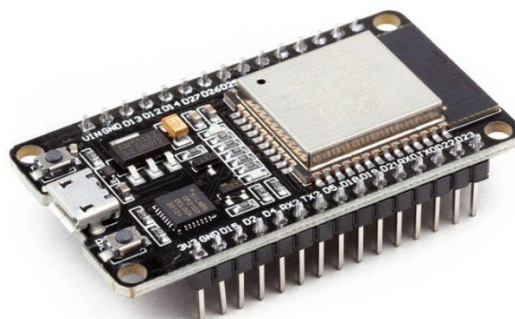


Fonte: Mercado Livre (2024)

3.3.6 ESP32

É um microcontrolador que possui Wi-Fi e Bluetooth integrados. Comumente utilizado em projetos de IoT e eletrônicos, integrado a uma placa microcontrolada.

Figura 6 - ESP32



Fonte: VictorVision (2025)

3.3.7 Jumpers

O cabo jumper é um fio condutor que liga dois pontos em um circuito elétrico/eletrônico.

Figura 7 - Jumpers



Fonte: RoboCore (2025)

3.3.8 Sensor Infravermelho E18-D80NK

É um sensor de proximidade infravermelho que utiliza a tecnologia de reflexão infravermelha para detectar a presença de objetos.

Figura 8 - Sensor infravermelho

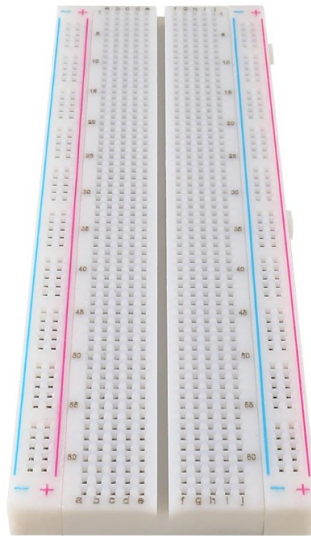


Fonte: ELETROGATE (2025)

3.3.9 Protoboard

Placa com furos que permite a montagem de circuitos eletrônicos em forma de prototipagem.

Figura 9 - Protoboard



Fonte: Robomix Megastore (2205)

3.3.10 Cabo micro-USB

Permite o carregamento de equipamentos eletrônicos ou a transferência de dados.

Figura 10 - Cabo micro-USB

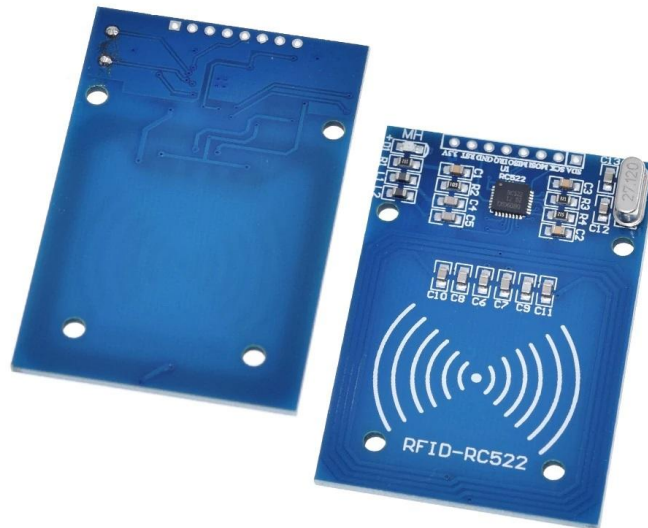


Fonte: KaBuM! (2025)

3.3.11 Leitor RFID RC522

Um módulo que permite a leitura de tags RFID com frequência de 13,56 MHz.

Figura 11 - RC522

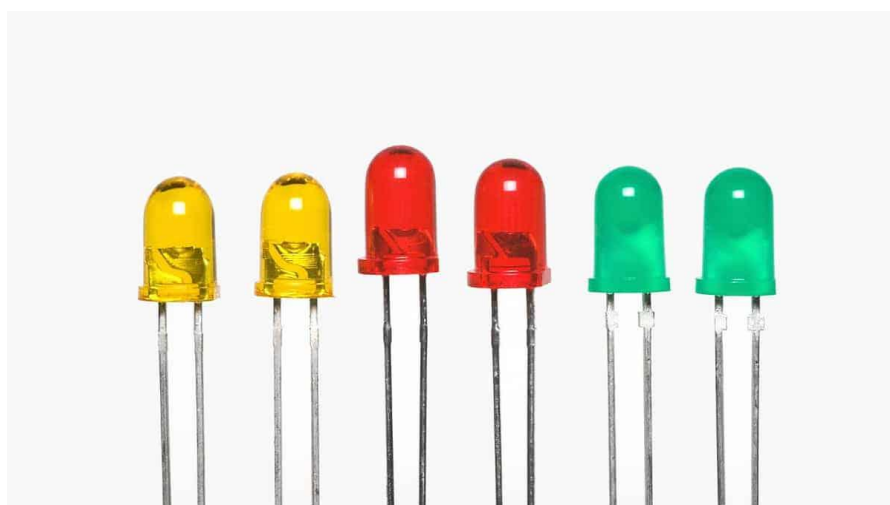


Fonte: MSS Eletrônica (2025)

3.3.12 Led

O Diodo Emissor de Luz (Light Emitting Diode) é um componente eletrônico que emite uma luz ao ser energizado.

Figura 12 - Led



Fonte: Olhar Digital (2023)

3.3.13 Resistor

É um componente eletrônico responsável por limitar a corrente elétrica em um circuito.

Figura 13 - Resistor



Fonte: Hu Infinito

3.3.14 Tag RFID

Cada tag RFID possui um código único que é lido a partir de um sensor RFID qualquer.

Figura 14 - Tag RFID



Fonte: Inovacode (2025)

3.3.15 Display LCD

É um display que possui 16 colunas e 2 linhas para escrita.

Figura 15 - Display LCD



Fonte: Smartcomp Componentes Eletrônicos (2025)

3.4 PROGRAMAÇÃO

3.4.1 Linguagem C++

É uma linguagem de programação criada a partir da linguagem C. Através dela é possível programar em alto nível (mais próximo da linguagem humana), permitindo controlar diretamente o hardware desejado (manipulação direta da memória).

Pode-se programar utilizando POO (Programação Orientada a Objetos), onde são desenvolvidas classes e objetos permitindo a reutilização destes em outros códigos sem a necessidade de trabalho dobrado. Também é possível programar de forma procedural, genérica e funcional.

Figura 16 - Linguagem C++

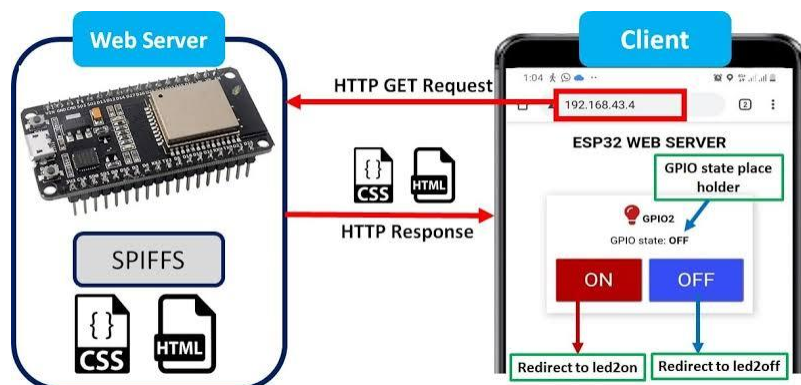


Fonte: Medium (2024)

3.4.2 Biblioteca WebServer.h

Criada por Ivan Grokhotkov em 2014 para uso nos microcontroladores ESP32. Permite a criação de servidores web na plataforma.

Figura 17 - WebServer.h

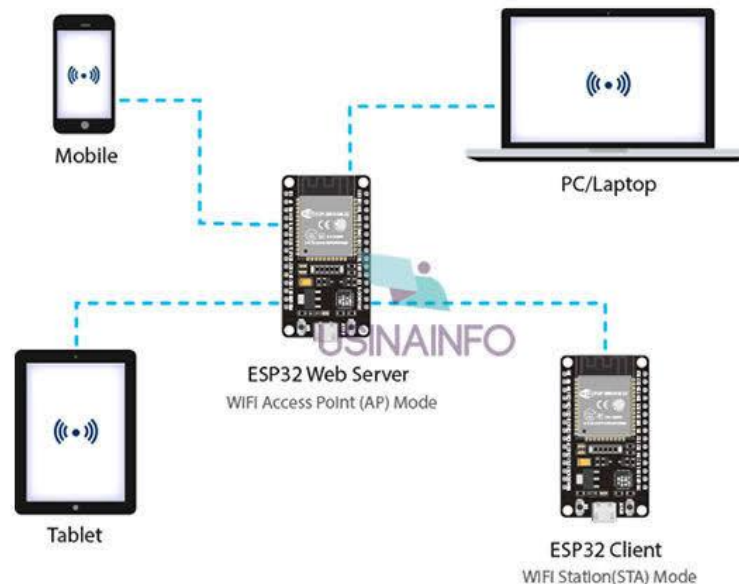


Fonte: Microcontrollers Lab (2022)

3.4.3 Biblioteca WiFi.h

Biblioteca essencial para as funcionalidades WiFi no ESP32. Ela fornece funções para a conexão com redes WiFi ou criação de pontos de acesso.

Figura 18 - WiFi.h

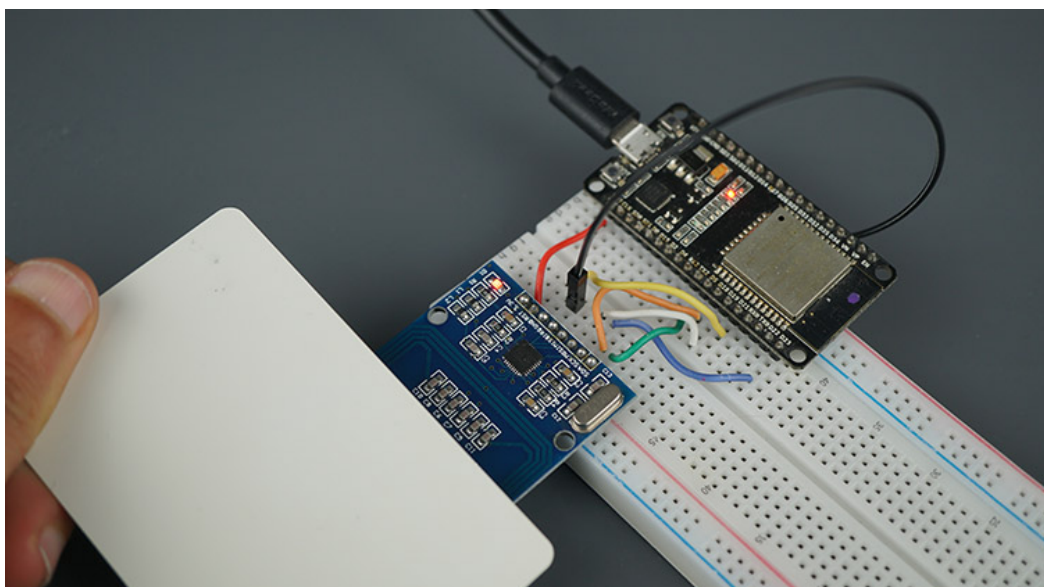


Fonte: Usinainfo (2019)

3.4.4 Biblioteca MFRC522

Esta biblioteca permite ler e gravar cartões RFID utilizando o leitor RC522 conectado ao SPI (Serial Peripheral Interface).

Figura 19 - MFRC522



Fonte: Random Nerd Tutorials (2025)

3.4.5 HTML

HyperText Markup Language (Linguagem de Marcação de Hipertexto), ou HTML, é uma linguagem de marcação muito utilizada para o desenvolvimento e estruturamento de páginas web. É o “esqueleto” das páginas web.

Figura 20 - HTML



Fonte: DIO (2022)

3.4.6 CSS

Cascading Style Sheets (Folhas de Estilo em Cascata), ou CSS, é uma linguagem que trabalha a apresentação visual de algo em HTML, como cores, fontes, tamanhos, espaçamentos e layouts. É a “pele” das páginas web.

Figura 21 - CSS



Fonte: Web Creator (2025)

3.4.7 JavaScript

É uma linguagem de programação de alto nível muito utilizada em páginas web e também no back-end. Pode ser considerado os “músculos” das páginas web, pois adiciona interatividade a elas.

Figura 22 - JavaScript

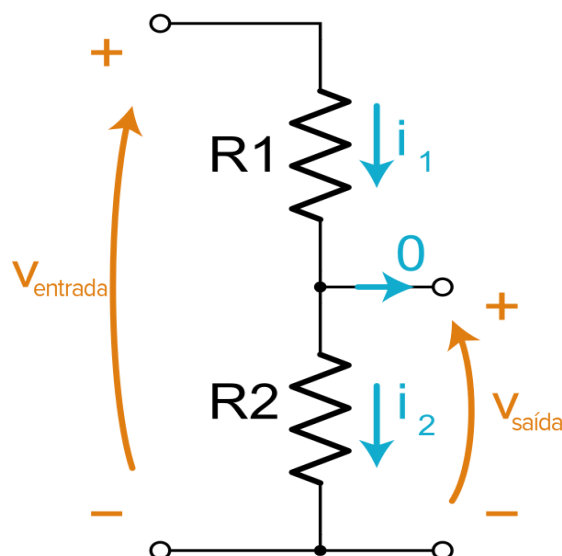


Fonte: SkillForge (2025)

3.5 DIVISOR DE TENSÃO

É uma técnica usada para dividir a tensão de entrada em outras menores, com resistores. Muito utilizado para adaptar os valores de tensão de determinado objeto. Em uma aplicação com placas microcontroladas, serve para evitar que os pinos ou componentes ligados a elas queimem.

Figura 23 - Divisor de tensão



Fonte: Khan Academy (2025)

3.6 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

As ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) foram criadas pela ONU em 2015, compondo a Agenda 2030, que busca promover o desenvolvimento sustentável em suas dimensões social, econômica e ambiental. Entre seus propósitos estão a redução das desigualdades, o estímulo à inovação e a construção de um futuro mais justo e acessível para todos.

O projeto Máquina Auxiliar para Treinos de Voleibol contribui para esse compromisso global ao propor uma solução de baixo custo e acessível para instituições de ensino e equipes esportivas, democratizando o acesso a equipamentos que antes eram limitados a contextos de maior poder aquisitivo.

Ao todo, este projeto contribui diretamente para 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável:

3.6.1 ODS 3 – Saúde e Bem-Estar

Esta ODS busca promover uma vida saudável e o bem-estar para todas as pessoas, em todas as idades. Este projeto estimula a prática esportiva, promovendo qualidade de vida, saúde física e bem-estar por meio da atividade física.

Figura 24 - ODS 3



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

3.6.2 ODS 4 – Educação de Qualidade

Tem como objetivo garantir educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida. O projeto possibilita o

uso pedagógico do esporte em instituições de ensino, ampliando o acesso a recursos de treinamento.

Figura 25 - ODS 4



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

3.6.3 ODS 5 – Igualdade de Gênero

O voleibol é praticado por ambos os gêneros; ao democratizar o acesso a treinamentos, o projeto favorece a igualdade de oportunidades entre meninos e meninas.

Figura 26 - ODS 5



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

3.6.4 ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura

O foco é construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. O projeto promove inovação tecnológica aplicada ao esporte, com enfoque em soluções acessíveis e sustentáveis.

Figura 27 - ODS 9



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

3.6.5 ODS 10 – Redução das Desigualdades

Busca reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles. O projeto oferece condições mais equitativas de treinamento a instituições que não dispõem de recursos para adquirir máquinas comerciais de alto custo.

Figura 28 - ODS 10



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

3.6.5 ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis

Tem o objetivo de tornar as cidades mais inclusivas, seguras e acessíveis para todos. Nosso projeto contribui para a valorização do esporte comunitário, fortalecendo a inclusão social por meio da prática esportiva acessível.

Figura 29 - ODS 11



Fonte: Superintendência Geral de Desenvolvimento Econômico e Social (2025)

4 METODOLOGIA

Imagine que a sua escola deseja participar de um evento ou torneio esportivo no município. Ela possui alunos com potencial, porém, não consegue desenvolvê-los por falta de auxílio nos treinos. O que fazer? Uma máquina auxiliar para aprimorar a recepção de bola e o levantamento seria fundamental.

Este trabalho visa construir uma máquina que auxilia nos treinos de voleibol para nossa escola, e tem como categoria de pesquisa quali-quantitativa com abordagem exploratória, desta forma será possível adequar nossa máquina às eventuais necessidades encontradas.

O funcionamento da nossa máquina será manual/mecânico e eletrônico, necessitando de uma programação para o microcontrolador. Para desenvolver utilizaremos um esqueleto de aço já pronto, que foi construído reaproveitando os materiais de uma caixa de aço (composta por cantoneiras e barras redondas de aço). A partir dessa base, aplicaremos melhorias como o ajuste de altura do aro, adicionar locomoção e ajuste de angulação. Pretendemos realizar testes práticos de levantamento e recepção.

Figura 30 - Esqueleto



Fonte: os autores (2024)

4.1 TIPO DE PESQUISA

Nossa pesquisa se trata de uma abordagem quali-quantitativa, onde são combinados métodos qualitativos (baseados em narrativas, tal como ideias relacionadas a aprimoramento nos treinos de vôlei a partir de treinadores) e quantitativos (baseados em números, como o desempenho da nossa máquina, oriundo de testes práticos). Nossos objetivos são baseados em uma pesquisa exploratória procurando compreender e nos aproximarmos do tema pesquisado. Faremos isso através de entrevistas com professores de educação física e praticantes do esporte, onde perguntaremos como o treino é realizado, as dificuldades encontradas no momento dos treinos e também sobre a utilização de equipamentos auxiliares (como, por exemplo, máquinas já existentes).

4.2 PROTÓTIPO

O protótipo se desenvolve a partir da união de uma parte mecânica (corpo da máquina), eletrônica (sensores e leds) e também uma programação (que faz a parte eletrônica funcionar).

4.2.1 Parte mecânica

Composta a partir da união (através de soldagens) de determinados materiais de aço, como: cantoneiras, barras, tubos, etc.

4.2.1.1 Pés

Para seus pés serão utilizadas cantoneiras e barras redondas de aço. Será composta por seis cantoneiras: duas de $\frac{5}{8}$ " x esp. $\frac{1}{8}$ " x 400 mm, e quatro de $\frac{5}{8}$ " x esp. $\frac{1}{8}$ " x 320 mm. Soldamos em formato retangular, formando um retângulo de 400 x 320 mm. Cortaremos as barras de aço $\frac{5}{16}$ ", formando três barras com 390 mm de comprimento e duas com 310 mm de comprimento. No retângulo de 400 x 320 mm, iremos no lado com 400 mm e daremos 100 mm de espaço, soldando a barra à cantoneira. Repetiremos esse processo mais duas vezes. As duas cantoneiras restantes serão soldadas no centro do retângulo (uma de frente para a outra).

Figura 31 - Pés



Fonte: os autores (2024)

4.2.1.2 Tronco

Traçaremos o meio da base. Soldaremos o tubo de aço $\varnothing 63,5$ mm x esp. 1,5 mm x 1000 mm no centro da base. Usaremos duas cantoneiras de $\frac{5}{8}$ " x esp. $\frac{1}{8}$ " x 400 mm, que serão soldadas, de lados opostos, unindo o tubo de aço com o lado de 400 mm da base. Outras duas cantoneiras de $\frac{5}{8}$ " x esp. $\frac{1}{8}$ " x 320 mm serão soldadas, da mesma forma, nos lados que sobraram.

4.2.1.3 Haste Rotativa

Precisaremos de uma barra chata de aço $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{4}$ " x 100 mm e um tubo de aço $\varnothing 50,8$ mm x esp. 1,5 mm x 900 mm. Traçaremos o centro da barra chata e soldaremos o tubo de forma centralizada.

4.2.1.4 Braços

Nesta etapa serão utilizadas três cantoneiras de $\frac{5}{8}$ " x esp. $\frac{1}{8}$ " x 400 mm e uma barra redonda de aço. Soldaremos as três cantoneiras em formato de U. Cortaremos a barra redonda em dois pedaços com 15mm de comprimento e um com 420 mm. A barra maior será soldada nas barras paralelas, unindo-as, respeitando um espaçamento de 120 mm.

Figura 32 - Braços



Fonte: os autores (2024)

4.2.1.5 Aro

Aqui utilizaremos a barra chata de $\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{4}$ " x 100 mm. Ela será aquecida e modelada em formato circular.

Figura 33 - Aro



Fonte: os autores (2024)

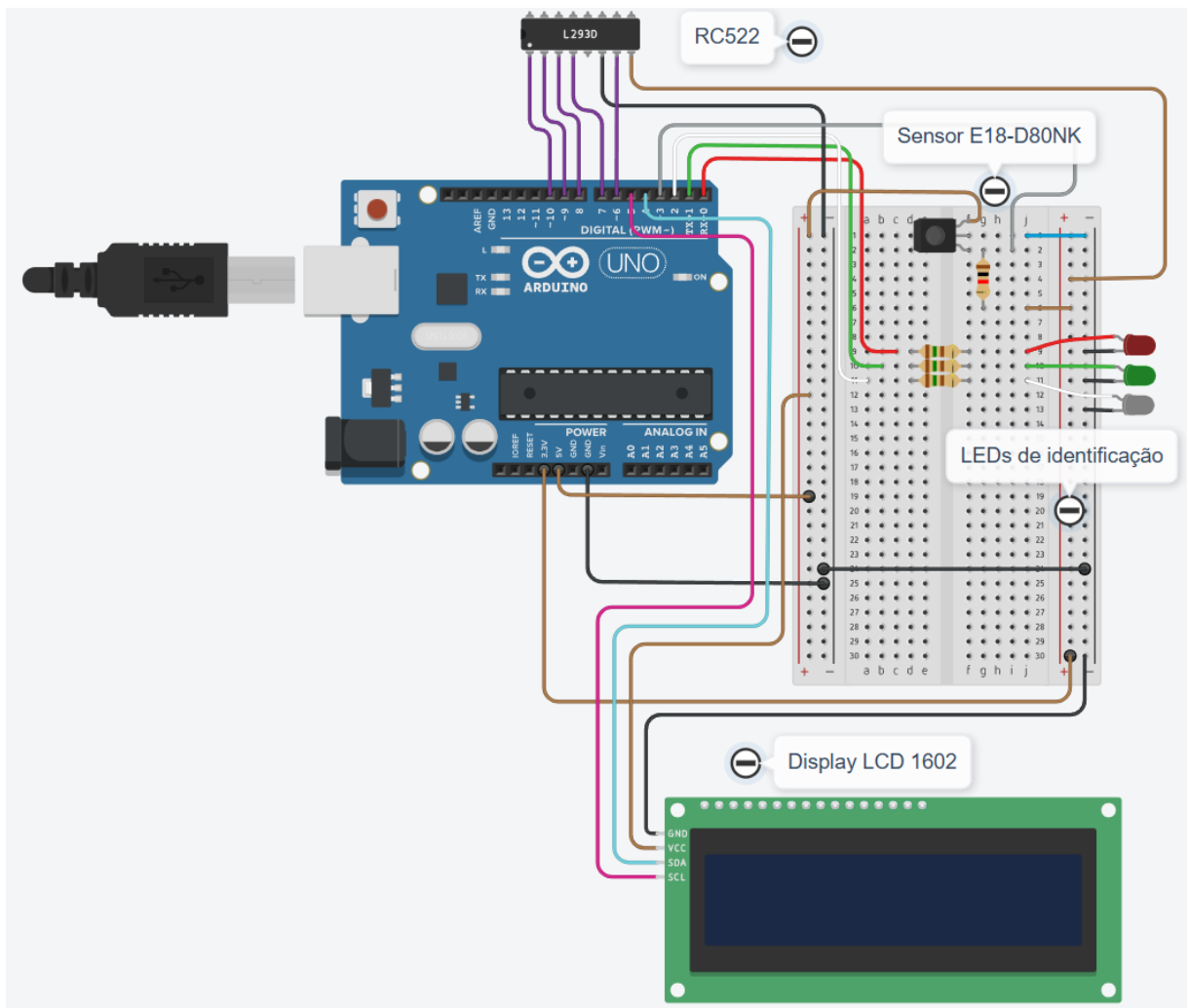
4.2.2 Parte eletrônica e programação

Composta por componentes eletrônicos como jumpers, sensores, leds, etc. Além disso, conta com um ESP32 programado para registrar os acertos e realizar a troca de usuários.

4.2.2.1 Diagrama e circuito

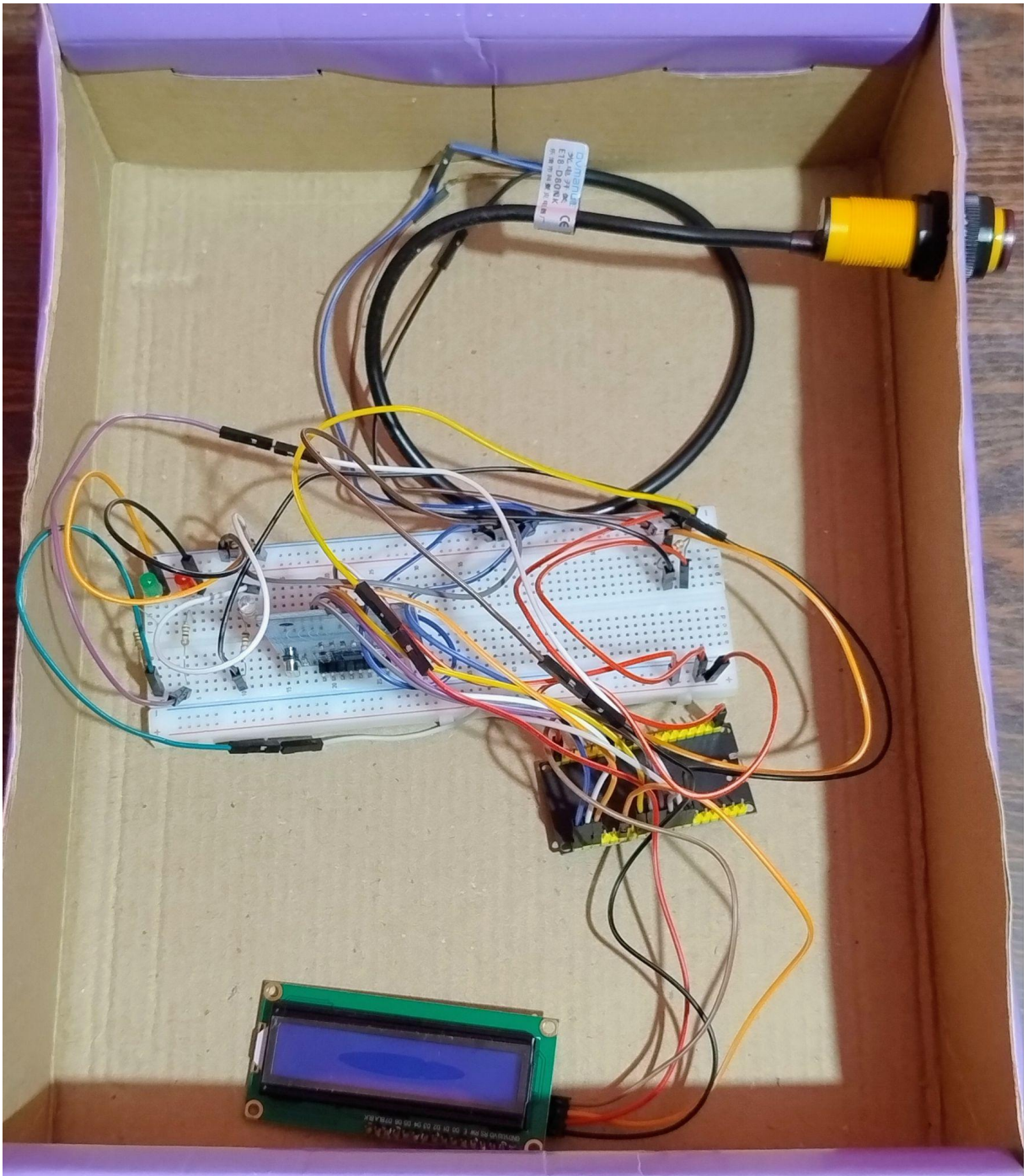
Na Figura 34 está o diagrama que somente representa as conexões do circuito e na Figura 35 está o circuito real.

Figura 34 - Diagrama eletrônico



Fonte: os autores (2025)

Figura 35 - Circuito real

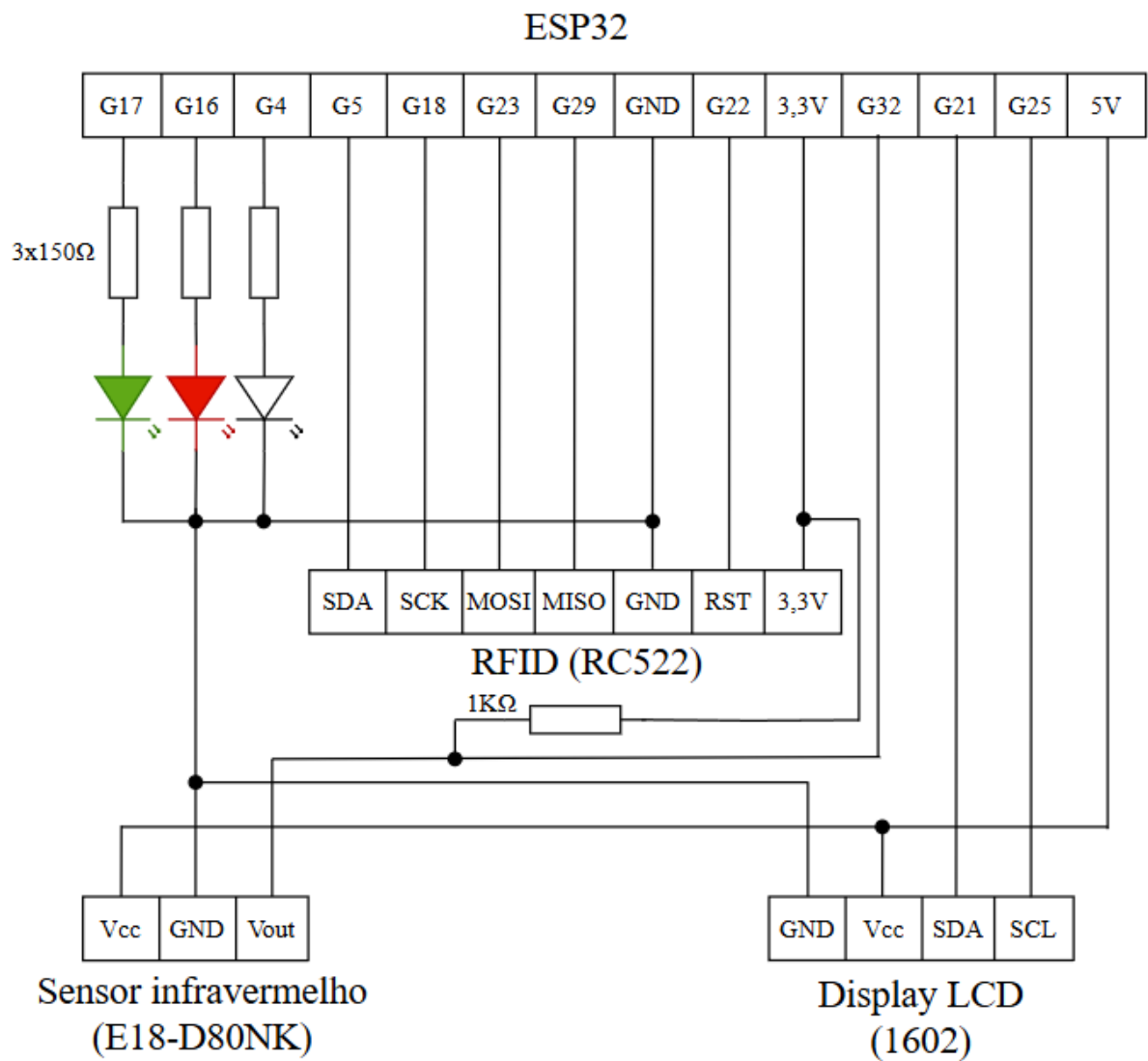


Fonte: os autores (2025)

4.2.2.2 Conexões eletrônicas

A figura 34 representa somente como são feitas as ligações, mas considerando que utilizamos outra placa microcontrolada (ESP32), as conexões reais são diferentes.

Figura 36 - Esquema real de ligação



Fonte: os autores (2025)

4.2.2.3 Programação

Toda a programação foi feita em C++, HTML, CSS e JavaScript. O C++ foi utilizado na lógica de programação do ESP32, definindo os pinos dos leds, sensores; controlando as variáveis de acertos, tempo, as funções que se comunicam com a página web e também recebendo os sinais dos sensores.

Usamos o HTML para criar o esqueleto do texto, como os blocos de cada jogador, os botões, etc.; o CSS é responsável por melhorar a estética da página web, adicionando cores e estilos para a página web. Já o JavaScript tem a função de comunicar o C++ do ESP32 com os objetos da página web, atualizando os números que aparecem nela, zerando — caso necessário — e tornando-a mais intuitiva.

A biblioteca WiFi.h cria uma rede wifi a partir do ESP32, tornando possível a conexão dele com outros dispositivos que acessam sua rede wifi (padronizamos o nome da rede como “Maquina Volei”). A WebServer.h cria o servidor onde a página web roda. Já a MFRC522 traz as funções necessárias para ler as tags RFID e fazer sua administração.

4.3 FUNÇÃO DOS COMPONENTES

4.3.1 Rodinhas De Silicone

Utilizadas para fornecer locomoção a máquina e também a caixa que armazena as bolas coletadas.

4.3.2 Cabo De Aço Para Rede

Sua função é trabalhar em conjunto com as duas roldanas e a catraca, tornando possível o controle da altura da máquina. Sua tensão levantará a haste rotativa.

4.3.3 Manípulo Macho

Por meio do seu giro, é possível apertar ou afrouxar o aro, desta forma poderemos ajustar sua angulação.

4.3.4 Roldana

O cabo de aço passa pela roldana, que serve para reduzir o esforço da manivela com catraca.

4.3.5 Manivela Com Catraca

Recebe o cabo de aço e será responsável por tensioná-lo de acordo com as suas voltas.

4.3.6 ESP32

Responsável por criar uma rede wi-fi por onde o usuário se conectará e conseguirá visualizar determinadas informações, através de um site, como: tempo de treino; quantidade de acertos em forma nominal e percentual; nome do aluno treinante. Além disso, também irá gerar um relatório do treino realizado em formato CSV.

4.3.7 Jumpers

Faz as ligações eletrônicas do sensor para a protoboard e da protoboard para o ESP32.

4.3.8 Sensor Infravermelho E18-D80NK

Conta a quantidade de bolas passadas, assim o microcontrolador conseguirá transformar essa informação em um percentual de acerto.

4.3.9 Protoboard

Utilizada para facilitar a conexão do circuito eletrônico, além de servir com uma base para ele.

4.3.10 Cabo micro-USB

Faz a conexão entre a fonte de energia e o ESP32.

4.3.11 Leitor RFID RC522

Realiza a leitura das tags dos usuários da máquina.

4.3.12 Led

Tem a finalidade de mostrar quando o treino está em execução (led branco aceso) ou quando troca-se de usuário (led vermelho acende e apaga; led verde acende e apaga).

4.3.13 Resistor

São utilizados para evitar que a tensão que vem do ESP32 para os leds queimem, realizando uma queda de tensão em cada resistor. Usamos 3 com 150Ω nos leds e um com $1K\Omega$ na saída do sensor E18-D80NK.

4.3.14 Tag RFID

São utilizadas para identificar os diferentes usuários da máquina.

4.3.15 Display LCD

Utilizado para mostrar o nome de quem está utilizando a máquina no momento.

4.4 FUNCIONALIDADES

Nossa máquina conta com 2 funções principais, que são ajustadas de acordo com o estilo de treinamento desejado. Além disso, também conta com um site por onde é possível minutar os treinos.

4.4.1 Ajuste De Altura

Efetuada ao se girar a manivela com catraca, puxando o cabo de aço pelas roldanas e erguendo a haste rotativa.

4.4.2 Ajuste No Ângulo Do Aro

O ângulo será ajustado quando se afrouxar o manípulo macho e realizar o giro do aro.

4.4.3 Locomoção

A máquina irá se locomover quando as rodinhas não estiverem travadas. Desta forma torna-se mais fácil levá-la de um local para o outro.

4.4.4 Site

Desenvolvido através das linguagens C++, HTML, CSS e JavaScript. Nele é possível visualizar as informações de treino, além de também baixar um arquivo .CSV onde estas informações ficam armazenadas para consultas futuras.

Figura 37 - Site

Jogadores Registrados

ID	Nome	Acertos	Novo Nome	Ação
0	Jogador 1	0	Novo nome	Salvar
1	Jogador 2	0	Novo nome	Salvar
2	Jogador 3	0	Novo nome	Salvar
3	Jogador 4	0	Novo nome	Salvar
4	Jogador 5	0	Novo nome	Salvar
5	Jogador 6	0	Novo nome	Salvar

Tempo de treino:
0s

Definir meta de acertos

Enviar

Meta atual: 0
Iniciar Treino
Encerrar Treino
Baixar CSV
Zerar Tudo

Fonte: os autores (2025)

5 CRONOGRAMA

Tabela 3 - Cronograma

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema									
Levantamento de literatura científica									
Introdução									
Tema									
Problema									
Objetivos									
Justificativa									
Estado da Arte									
Fundamentação teórica									
Metodologia									
Cronograma									
Recursos									
Resultados esperados ou parciais									
Referências									
Avaliação do CRC									
Produção do Banner									
26ª Exposchmidt									

Fonte: os autores (2024)

6 RECURSOS

Na Tabela 4 é apresentada a lista de materiais para a construção do protótipo:

Tabela 4 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Kit com 4 rodinhas de silicone	R\$25,90	2	R\$51,80	Shopee	21/04
Cabo de aço para rede ø2 mm x 5 m	R\$7,50	1	R\$7,5	Ferragem Scooby-doo	21/04
Manípulo macho	R\$2,00	2	R\$4	Casa dos Parafusos	21/04
Roldana 50 mm X 15,5 mm U ferro 1/2 1 rolamento C/S	R\$11,25	2	R\$22,50	Nissola	21/04
Barra redonda de aço 5/16" x 1000 mm	R\$10,84	11	R\$119,24	100% Metais	21/04
Manivela com catraca para rede de vôlei	R\$28,97	1	R\$28,97	Shopee	21/04
Cantoneira de aço 5/8" x esp. 1/8" x 100 cm	R\$16,17	10	R\$161,70	100% Metais	21/04
Barra quadrada de aço 1/4" x 1000 mm	R\$10,70	3	R\$32,10	100% Metais	21/04
Tubo de aço ø50,8 mm x esp. 1,5 mm x 900 mm	R\$31,10	1	R\$31,10	100% Metais	21/04
Tubo de aço ø63,5 mm x esp. 1,5 mm x 1000 mm	R\$40,80	1	R\$40,80	100% Metais	21/04
Barra chata de aço 1/2" x 1/4" x 100 mm	R\$5,70	1	R\$5,70	100% Metais	21/04
Kit rede 2m x1 m	R\$34,00	1	R\$34,00	Pas Redes	21/04
ESP32	R\$64,99	1	R\$64,99	Mercado Livre	18/03
Cabo micro-USB	R\$14,44	1	R\$14,44	Mercado Livre	18/03
Sensor infravermelho E18-D80NK	R\$29,88	1	R\$29,88	Mercado Livre	26/03

Kit jumpers MxM, FxF, MxF com 120 peças	R\$29,99	1	R\$29,99	Mercado Livre	26/03
Protoboard 830 pontos	R\$15,99	1	R\$15,99	Mercado Livre	26/03
Kit Sensor RC522	R\$14,99	1	R\$14,99	Shopee	30/05
Kit com 100 resistores de 150Ω	R\$12,99	1	R\$12,99	Shopee	30/05
Kit 10 leds coloridos (5 cores, 2 de cada)	R\$7,99	1	R\$7,99	Shopee	30/05
Kit 10 tags NFC 13,56 MHz	R\$40,00	1	R\$40,00	Shopee	30/05
Display LCD1602 Módulo I2C	R\$10,61	1	R\$10,61	Shopee	25/08
Valor final: R\$781,28					

Fonte: os autores (2025)

7 RESULTADOS PARCIAIS

O protótipo da máquina auxiliar para treinos de voleibol foi desenvolvido com estrutura composta por barras e tubos de ferro reutilizados, aliada a componentes eletrônicos de baixo custo, totalizando investimento de R\$781,28. Esse valor representa aproximadamente 95% de economia em relação às máquinas disponíveis no mercado, que custam em média R\$15.000. A mobilidade foi priorizada por meio da instalação de rodinhas tanto na base quanto na caixa de armazenamento, garantindo fácil deslocamento e praticidade durante o manuseio.

Quanto à adaptabilidade, a máquina apresenta ajuste de altura por mecanismo de manivela posicionado no corpo central, bem como variação de ângulo do aro, permitindo treinos diversificados e mais sofisticados. Em relação à coleta de dados, a inclusão de sensor infravermelho integrado ao sistema eletrônico possibilitou a captura de informações em tempo real. Tais dados são exibidos em uma interface web que funciona offline, e podem ser exportados em formato CSV, permitindo análise posterior por professores, instrutores ou demais usuários.

Em termos de segurança, embora o protótipo não tenha apresentado riscos relevantes durante os testes, foi identificada a necessidade de aprimoramentos para compatibilidade com a norma NR-12 (segurança em máquinas). Do ponto de vista ergonômico, conforme a norma NR-17 (ergonomia no ambiente de trabalho), constatou-se que ajustes devem ser feitos individualmente por orientação de profissionais (professores ou instrutores), levando em conta dimensões corporais e postura de cada usuário.

Em relação à aplicação prática, o equipamento viabiliza a realização de treinamentos independentes, com maior precisão e segurança, voltados ao levantamento e recepção de bola. Os relatos dos alunos que já utilizaram indicam que o uso da máquina aumentou o interesse deles e intensificou o engajamento durante a prática esportiva. Além disso, a combinação de baixo custo, mobilidade e coleta de dados estruturados mostra que o equipamento é uma solução viável para instituições de ensino com restrições orçamentárias, promovendo modernização das aulas de educação física.

Esses resultados comprovam que, ao integrar ajustes mecânicos, sensores e interface de dados, a máquina atinge o objetivo de melhorar técnica e precisão no levantamento e recepção, validando a hipótese de que uma solução acessível pode ser eficaz em ambiente escolar.

Figura 38 - Treino de levantamento



Fonte: os autores (2025)

Figura 39 - Treino de recepção



Fonte: os autores (2025)

REFERÊNCIAS

- ALEGO – ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DE GOIÁS.** *Portal da Alego*. Goiás: Agência Assembleia de Notícias, 2023. Disponível em: <https://portal.al.go.leg.br/noticias/130391/no-dia-nacional-de-combate-ao-sedentaris-mo-autoridades-alertam-para-necessidade-da-atividade-fisica>. Acesso em: 2 mai. 2024.
- AMAZON.** *Amazon*. [S.l.]: Amazon, 2024. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Fundo-Convertedor-Ferrugem-Quimatic-500ml/dp/B078BR8L64>. Acesso em: 21 jul. 2024.
- BARCELLOS, Anderson Duarte.** *A importância do voleibol no ensino fundamental*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física) – Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Rondônia.
- BRAFER.** *Loja Brafer*. Santa Catarina: Climba, 2024. Disponível em: <https://www.lojabrafer.com.br/rodinha-giratoria-silicone-50mm-trava-placa-para-moveis-hdt/p/4305>. Acesso em: 11 ago. 2024.
- BRASIL.** Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2025.
- BRASIL.** Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos*. Publicada em: 17 dez. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- BRASIL.** Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 17: Ergonomia*. Publicada em: 23 nov. 1990. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-17-nr-17>. Acesso em: 2 ago. 2024.
- CESAR NEVES.** *Agência Estadual de Notícias*. Paraná: Celepar, 2023. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Secretaria-da-Saude-alerta-para-os-riscos-de-uma-vida-sedentaria>. Acesso em: 2 mai. 2024.
- DA SILVA, M. M. F. et al.** Ansiedade e desempenho de jogadoras de voleibol em partidas realizadas dentro e fora de casa. *Journal of Physical Education*, v. 25, n. 4, p. 585–596, 1 dez. 2014.
- DIO.** *HTML: funções básicas*. [S.l.]: DIO, 2025. Disponível em: <https://www.dio.me/articles/html-funcoes-basicas>. Acesso em: 21 abr. 2025.

ESPRESSIF SYSTEMS. *WebServer.h*. Disponível em: <https://github.com/espressif/arduino-esp32/blob/master/libraries/WebServer/src/WebServer.h>. Acesso em: 21 abr. 2025.

FÁBIO RICARDO ACENCIO. *Marista Lab*. Paraná: Páprica.ag, 2023. Disponível em: <https://maristalab.com.br/comportamento/quais-os-beneficios-de-participar-de-competicoes-esportivas/>. Acesso em: 2 mai. 2024.

FACCHINI, Maurício. *Fundamentos do voleibol*. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/fundamentos-voleibol/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

FACCHINI, Maurício. *História do voleibol*. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/historia-do-voleibol/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

GISMAR. *Gismar Redes Esportivas*. São Paulo: Gismar Redes Esportivas, 2024. Disponível em: <https://www.gismar.com.br/cabo-de-aco-para-rede-de-tenis>. Acesso em: 11 ago. 2024.

HU INFINITO. *Resistor de fio 10k 1W*. [S.l.]: Hu Infinito, 2025. Disponível em: <https://www.huinfinito.com.br/resistores-de-fio/1564-resistor-de-fio-10k-1w.html>. Acesso em: 9 jul. 2025.

INOVACODE. *Tag RFID 125kHz*. [S.l.]: Inovacode, 2025. Disponível em: <https://www.inovacode.com.br/tag-rfid-125khz>. Acesso em: 9 jul. 2025.

IVANA SILVA DE JESUS. *Jornal Tribuna do Norte*. Pindamonhangaba: CMC Multimídia, 2020. Disponível em: <https://jornaltribunadonorte.net/noticias/pratica-do-volei-promove-saude-entretenimento-e-socializacao/>. Acesso em: 9 jun. 2024.

KABUM. *Cabo Micro USB Vention V8, celular Android, carga rápida, 3m*. [S.l.]: KaBuM!, 2025. Disponível em: <https://www.kabum.com.br/produto/469915/cabo-micro-usb-vention-v8-celular-android-carga-rapida-3m>. Acesso em: 21 abr. 2025.

KHAN ACADEMY. *Divisor de tensão (voltage divider)*. [S.l.]: Khan Academy, [s.d.]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-voltage-divider>. Acesso em: 12 jul. 2025.

KJ FIX. *KJ//Fix*. [S.l.]: F5 Marketing Digital, 2024. Disponível em: <https://kjfix.com.br/product/manipulo-termoplastico-macho-6040-m12x25-1-peca/>. Acesso em: 11 ago. 2024.

LOCWEB. *C++: uma linguagem poderosa para projetos de código aberto*. [S.l.]: Locaweb, 2025. Disponível em: <https://www.locaweb.com.br/blog/temas/codigo-aberto/c-plus-plus/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MAIA, Nuno; MESQUITA, Isabel. Estudo das zonas e eficácia da recepção em função do jogador recebedor no voleibol sênior feminino. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 257–270, 2006. DOI:

10.1590/S1807-55092006000400004. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/16633>. Acesso em: 21 jun. 2024.

MEDIUM. *A relevância da linguagem C++ moderna em 2024: uma análise abrangente.* [S.l.]: Medium, 2025. Disponível em: <https://medium.com/@darioajr/a-relev%C3%A2ncia-da-linguagem-c-c-moderna-em-2024-uma-an%C3%A1lise-abrangente-72e1ac18fe42>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MELO, Pâmella Raphaella. Roldanas ou polias. *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/roldanas.htm>. Acesso em: 11 ago. 2024.

MERCADO LIVRE. *Mercado Livre.* São Paulo: Mercado Livre, 2024. Disponível em: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1099785632-manivela-c-catraca-p-esticar-r-e-de-volei-tnis-e-varal-_JM. Acesso em: 21 jul. 2024.

MICROCONTROLLERS LAB. *ESP32 Web Server SPI Flash File System (SPIFFS).* [S.l.]: Microcontrollers Lab, 2025. Disponível em: <https://microcontrollerslab.com/esp32-web-server-spi-flash-file-system-spiiffs/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MSS ELETRÔNICA. *Módulo leitor RFID RC522 de 13.56MHz compatível com MFRC522, cartão e chaveiro RFID.* [S.l.]: MSS Eletrônica, 2025. Disponível em: https://www.msseletronica.com.br/detalhes/modulo-leitor-rfid-rc522-de-13-56mhz-compativel-com-mfrc522-cartao-e-chaveiro-rfid_pid956.html. Acesso em: 9 jul. 2025.

MOZILLA DEVELOPER NETWORK. *HTML: HyperText Markup Language.* [S.l.]: Mozilla Foundation, 2025. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/HTML>. Acesso em: 21 abr. 2025.

OLHAR DIGITAL. *O que é um LED? Saiba como funciona a tecnologia de iluminação.* 20 mar. 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/03/20/reviews/o-que-e-um-led-saiba-como-funciona-a-tecnologia-de-iluminacao/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

ONU BRASIL. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.* Brasília, DF: ONU Brasil, 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25 ago. 2025.

PNUD. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.* Brasília, DF: PNUD Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 25 ago. 2025.

RANDOM NERD TUTORIALS. *ESP32 with RFID Reader RC522 using Arduino IDE.* [S.l.]: Random Nerd Tutorials, 2025. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-mfrc522-rfid-reader-arduino/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

ROBOCORE. *Jumpers macho-macho x40 unidades.* [S.l.]: RoboCore, 2025. Disponível em: <https://www.robocore.net/cabo/jumpers-macho-macho-x40-unidades>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SADI LUIZ NISSOLA. *Nissola Roldanas e Acessórios*. São Leopoldo: Aceleração Comercial, 2024. Disponível em: <https://www.nissola.com.br/roldanas-cava-u/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

SEMIL. *O que são os ODS e o que você tem a ver com isso?* São Paulo: SEMIL, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/09/o-que-sao-os-ods-e-o-que-voce-t-em-a-ver-com-isso/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

SKILLFORGE. *JavaScript training*. [S.l.]: Skillforge, 2025. Disponível em: <https://skillforge.com/courses/javascript-training/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

SMART COMPONENTES. *Display LCD 16x2 1602 Backlight Azul com Módulo I2C Arduino*. [S.l.]: Smart Componentes, 2025. Disponível em: <https://www.smartcomponentes.com.br/display-lcd-16x2-1602-backlight-azul-com-mo-dulo-i2c-arduino/p/MLB44239954>. Acesso em: 24 ago. 2025.

SUPERINTENDÊNCIA GERAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – SGDES. *Ícones ODS: galeria de imagens*. Curitiba: SGDES, 2025. Disponível em: <https://www.sgdes.pr.gov.br/Galeria-de-Imagens/Icones-ODS>. Acesso em: 25 ago. 2025.

USINAINFO. *ESP32 WiFi: comunicação com a Internet*. [S.l.]: UsinaInfo, 2025. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/blog/esp32-wifi-comunicacao-com-a-internet/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

VICTOR VISION. *Placa ESP32: qual é a linguagem do ESP32?* [S.l.]: Victor Vision, 2025. Disponível em: <https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

WIKIPÉDIA. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. [S.l.]: Wikimedia Foundation, 2025. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de_Developolvimento_Sustent%C3%A1vel. Acesso em: 25 ago. 2025.

WJ COMPONENTES. *WiFi ESP32*. [S.l.]: WJ Componentes, 2022. Disponível em: <https://blog.wjcomponentes.com.br/2022/04/22/wifi-esp32/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

APÊNDICE A – Código

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
#include <Wire.h>

#define Sensor_PIN 32
#define RST_PIN 22
#define SS_PIN 5
#define LED_BRANCO 4
#define LED_VERMELHO 16
#define LED_VERDE 17
#define SDA_PIN 21
#define SCL_PIN 25

LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x27);
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
WebServer server(80);

struct Jogador
{
    byte uid[4];
    String nome;
    int acertou;
};

Jogador jogadores[] =
{
    {{0xE9,0x95,0x41,0x3E}, "Jogador 1", 0},
    {{0x53,0xC4,0x02,0xF7}, "Jogador 2", 0},
    {{0x54,0xF8,0x42,0x3E}, "Jogador 3", 0},
    {{0x03,0xB7,0x45,0x1F}, "Jogador 4", 0},
    {{0x8D,0xD8,0xAB,0x6F}, "Jogador 5", 0},
    {{0x9E,0x8E,0xC3,0x2E}, "Jogador 6", 0}
};

const int totalJogadores = sizeof(jogadores) / sizeof(jogadores[0]);

const char* ssid = "Maquina Volei";
const char* senha = "0987654321";

unsigned long tempoLED = 0;
unsigned long tempo;
unsigned long inicioTreino = 0;
unsigned long tempoFinalTreino = 0;
bool treinoIniciado = false;
```

```

bool sensorAtivado = false;

// substituir
// float agora = 0, antes = 0;
unsigned long agora = 0, antes = 0;

int metaAcertos = 10;
int jogadorAtual = -1;
int jogadorAntes = 0;
int RFID = 2;
int acertosTotais = 0;

const char* htmlPage = R"rawliteral(
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Controle de Treino - Vôlei</title>
    <style>
      body {
        font-family: sans-serif;
        padding: 20px;
        background: #f4f4f4;
        margin: 0;
      }
      h2, h3 {
        color: #2c3e50;
        margin-top: 20px;
      }
      table {
        border-collapse: collapse;
        width: 100%;
        max-width: 100%;
        overflow-x: auto;
        display: block;
      }
      th, td {
        border: 1px solid #999;
        padding: 8px;
        text-align: center;
        font-size: 1rem;
      }
      input, button {
        width: 100%;
        max-width: 400px;
        padding: 10px;
        font-size: 1rem;
        box-sizing: border-box;

```

```

    margin-bottom: 10px;
  }
  button {
    background: #3498db;
    color: white;
    border: none;
    cursor: pointer;
  }
  button:hover {
    background: #2980b9;
  }
  @media (max-width: 600px) {
    th, td {
      font-size: 0.9rem;
      padding: 6px;
    }
    h2, h3 {
      font-size: 1.1rem;
    }
    button, input {
      font-size: 0.95rem;
    }
  }
</style>
</head>
<body>
<h2>Jogadores Registrados</h2>
<table>
  <tr>
    <th>ID</th>
    <th>Nome</th>
    <th>Acertos</th>
    <th>Novo Nome</th>
    <th>Ação</th>
  </tr>
  %JOGADORES%
</table>

<h3>Tempo de treino:</h3>
<p id="tempo">0</p>

<h3>Definir meta de acertos</h3>
<input type="number" id="inputMeta" placeholder="Meta de acertos">
<button onclick="enviarMeta()">Enviar</button>
<p>Meta atual: <span id="metaDisplay">-</span></p>

<button onclick="iniciarTreino()">Iniciar Treino</button>
<button onclick="encerrarTreino()">Encerrar Treino</button>
<button onclick="baixarCSV()">Baixar CSV</button>

```

```

<button onclick="zerarTudo()">Zerar Tudo</button>

<script>
function atualizarNome(id) {
  const novoNome = document.getElementById('nomeInput' + id).value;
  fetch('/setJogadorNome', {
    method: 'POST',
    headers: {'Content-Type': 'application/x-www-form-urlencoded'},
    body: 'id=' + id + '&nome=' + encodeURIComponent(novoNome)
  }).then(() => location.reload());
}

function iniciarTreino() {
  fetch('/startTreino');
}

function encerrarTreino() {
  fetch('/stopTreino');
}

function baixarCSV() {
  window.location.href = '/downloadCSV';
}

function atualizarTempo() {
  fetch('/tempoTreino')
    .then(res => res.text())
    .then(t => {
      document.getElementById("tempo").innerText = t + "s";
    });
}

function atualizarMeta() {
  fetch('/statusTreino')
    .then(res => res.json())
    .then(data => {
      document.getElementById("metaDisplay").innerText = data.meta;
    });
}

function enviarMeta() {
  const valor = document.getElementById("inputMeta").value;
  fetch('/setMeta', {
    method: 'POST',
    headers: {'Content-Type': 'application/x-www-form-urlencoded'},
    body: 'meta=' + encodeURIComponent(valor)
  });
}

```

```

function atualizarAcertos() {
  fetch('/getAcertos')
  .then(res => res.json())
  .then(data => {
    data.forEach(jogador => {
      const el = document.getElementById('acertos' + jogador.id);
      if (el) {
        el.innerText = jogador.acertos;
      }
    });
  });
}
setInterval(atualizarAcertos, 1000);

function zerarTudo() {
  if (confirm("Tem certeza que deseja zerar tudo? Isso apagará tempo, nomes e acertos.")) {
    fetch('/resetarTudo');
    setTimeout(() => location.reload(), 1000);
  }
}

setInterval(atualizarTempo, 1000);
setInterval(atualizarMeta, 3000);
setInterval(atualizarAcertos, 1000);

</script>
</body>
</html>

)rawliteral";

String gerarTabelaJogadores()
{
  String s = "";
  for (int i = 0; i < totalJogadores; i++)
  {
    s += "<tr>";
    s += "<td>" + String(i) + "</td>"; // ID
    s += "<td>" + jogadores[i].nome + "</td>"; // Nome
    s += "<td id='acertos' + String(i) + '>' + String(jogadores[i].acertos) + "</td>"; // Acertos
    s += "<td><input id='nomeInput" + String(i) + "' placeholder='Novo nome'></td>"; // Campo de nome
    s += "<td><button onclick='atualizarNome(" + String(i) + ")>Salvar</button></td>"; // Botão
    s += "</tr>";
  }
  return s;
}

```

```

void handleRoot()
{
    String page = String(htmlPage);
    page.replace("%JOGADORES%", gerarTabelaJogadores());
    server.send(200, "text/html", page);
}

void handleSetJogadorNome()
{
    if(server.hasArg("id") && server.hasArg("nome"))
    {
        int id = server.arg("id").toInt();
        String novo = server.arg("nome");

        if(id >= 0 && id < totalJogadores)
        {
            jogadores[id].nome = novo;
            server.send(200, "text/plain", "Nome atualizado!");
        }
        else
        {
            server.send(400, "text/plain", "ID inválido.");
        }
    }
    else
    {
        server.send(400, "text/plain", "Parâmetros ausentes.");
    }
}

void handleStartTreino() {
    treinoIniciado = true;
    inicioTreino = millis();
    tempoFinalTreino = 0;
    for (int i = 0; i < totalJogadores; i++) {
        jogadores[i].acertos = 0;
    }
    server.send(200, "text/plain", "Treino iniciado!");
}

void handleStopTreino()
{
    if(treinoIniciado)
    {
        treinoIniciado = false;
    }
}

```

```

        tempoFinalTreino = (millis() - inicioTreino) / 1000;
        server.send(200, "text/plain", "Treino encerrado!");
    }
    else
    {
        server.send(200, "text/plain", "Treino já estava parado.");
    }
}

void handleDownloadCSV()
{
    String csv = "Jogador,Acertos,Meta,Percentual\n";

    for (int i = 0; i < totalJogadores; i++)
    {
        float percentual = 0;
        if (metaAcertos > 0) {
            percentual = ((float)jogadores[i].acertos / metaAcertos) * 100.0;
        }

        csv += jogadores[i].nome + ",";
        csv += String(jogadores[i].acertos) + ",";
        csv += String(metaAcertos) + ",";
        csv += String(percentual, 1) + "%\n";
    }

    server.send(200, "text/csv", csv);
}

void handleTempoTreino()
{
    if(treinoiniciado == true)
    {
        tempo = (millis() - inicioTreino) / 1000;
    }
    else
    {
        tempo = tempoFinalTreino;
    }

    server.send(200, "text/plain", String(tempo));
}

void handleSetMeta()
{
    if(server.hasArg("meta"))
    {
        metaAcertos = server.arg("meta").toInt();
    }
}

```

```

        server.send(200, "text/plain", "Meta atualizada!");
    }
    else
    {
        server.send(400, "text/plain", "Erro: meta ausente.");
    }
}

void handleStatusTreino()
{
    String json = "{";
    json += "\"meta\":\"" + String(metaAcertos);
    json += "\"";
    server.send(200, "application/json", json);
}

void handleResetarTudo()
{
    acertosTotais = 0;
    metaAcertos = 0;
    tempoFinalTreino = 0;
    treinoIniciado = false;
    inicioTreino = 0;
    jogadorAtual = -1;

    for(int i = 0; i < totalJogadores; i++)
    {
        jogadores[i].acertos = 0;
        jogadores[i].nome = "Jogador " + String(i + 1);
    }

    Serial.println("Todos os dados foram zerados.");
    server.send(200, "text/plain", "Reset concluído.");
}

void verificarRFID()
{
    if(!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() || !mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
    {
        return;
    }

    for(int i = 0; i < 4; i++)
    {
        Serial.print(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX)+" ");
    }
    Serial.println();

    for(int i = 0; i < totalJogadores; i++)

```

```

{
  if(memcmp(jogadores[i].uid, mfrc522.uid.uidByte, 4) == 0)
  {
    jogadorAtual = i;

    Serial.println("==> Tag lida. jogadorAtual = " + String(jogadorAtual) + " - " +
jogadores[jogadorAtual].nome);

    if(jogadorAtual != jogadorAntes)
    {
      jogadorAntes = jogadorAtual;

      RFID = 0;
      digitalWrite(LED_VERMELHO, HIGH);
      tempoLED = millis();
    }
    antes = agora;
    Serial.println("Jogador: "+jogadores[i].nome);
    return;
  }
}
jogadorAtual = -1;
Serial.println("Tag não cadastrada");
}

void handleGetAcertos()
{
  String json = "[";
  for (int i = 0; i < totalJogadores; i++)
  {
    json += "{";
    json += "\"id\":" + String(i) + ",";
    json += "\"acertos\":" + String(jogadores[i].acertos);
    json += "}";
    if (i < totalJogadores - 1) json += ",";
  }
  json += "]";
  server.send(200, "application/json", json);
}

void setup()
{
  Serial.begin(115200);

  pinMode(Sensor_PIN, INPUT);
  pinMode(LED_BRANCO, OUTPUT);
  pinMode(LED_VERMELHO, OUTPUT);
  pinMode(LED_VERDE, OUTPUT);

```

```

WiFi.softAP(ssid, senha);
SPI.begin();
mfr522.PCD_Init();

server.on("/", handleRoot);
server.on("/setJogadorNome", HTTP_POST, handleSetJogadorNome);
server.on("/startTreino", handleStartTreino);
server.on("/stopTreino", handleStopTreino);
server.on("/downloadCSV", handleDownloadCSV);
server.on("/tempoTreino", handleTempoTreino);
server.on("/setMeta", HTTP_POST, handleSetMeta);
server.on("/statusTreino", handleStatusTreino);
server.on("/resetarTudo", handleResetarTudo);
server.on("/getAcertos", HTTP_GET, handleGetAcertos);
server.begin();

Wire.begin(SDA_PIN, SCL_PIN);
lcd.begin(16, 2);
lcd.setBacklight(1);

Serial.println("Jogadores cadastrados:");
for (int i = 0; i < totalJogadores; i++) {
    Serial.print("ID "); Serial.print(i); Serial.print(" - ");
    Serial.print(jogadores[i].nome); Serial.print(" UID: ");
    for (int j = 0; j < 4; j++) {
        if (j) Serial.print(":");
        Serial.print(String(jogadores[i].uid[j], HEX));
    }
    Serial.println();
}

Serial.print("Acesse: "); Serial.println(WiFi.softAPIP());
}

void loop()
{
    agora = millis();
    switch(RFID)
    {
        //Led vermelho ligado
        case 0:
            if((agora - tempoLED) >= 500)
            {
                digitalWrite(LED_VERMELHO, LOW);
                digitalWrite(LED_VERDE, HIGH);
                tempoLED = agora;
                RFID = 1;
            }
        }
    break;
}

```

```

//Led verde ligado
case 1:
if((agora - tempoLED) >= 500)
{
    digitalWrite(LED_VERDE, LOW);
    RFID = 2;
}
break;
}

lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" "); //limpa linha
lcd.setCursor(0, 0);
if (jogadorAtual >= 0)
{
    lcd.print(jogadores[jogadorAtual].nome);
}
else
{
    lcd.print("Aproxime RFID");
}

server.handleClient();
verificarRFID();

int leitura = digitalRead(Sensor_PIN);
Serial.print("Sensor_PIN = ");
Serial.println(leitura);
vTaskDelay(1);

//Ligar led branco -> Indica que o treino iniciou
digitalWrite(LED_BRANCO, treinolniciado ? HIGH : LOW);

Serial.print("treinolniciado = ");
Serial.print(treinolniciado);
Serial.print(" | jogadorAtual = ");
Serial.println(jogadorAtual);

if(treinolniciado && jogadorAtual >= 0)
{
    agora = millis();
    if(agora - antes > 50)
    {
        bool sensorAgora = (digitalRead(Sensor_PIN) == LOW);
    }
}

```

```
    if(sensorAgora && !sensorAtivado)
    {
        jogadores[jogadorAtual].acertos++;
        Serial.println("ACERTO! jogador " + String(jogadorAtual) + " (" +
jogadores[jogadorAtual].nome + ") total=" +
String(jogadores[jogadorAtual].acertos));

        Serial.println("Acerto para: " + jogadores[jogadorAtual].nome);
        sensorAtivado = true;
    }
    else if(!sensorAgora)
    {
        sensorAtivado = false;
    }
    antes = agora;
}
}
```