# MONITORAMENTO DE OCUPAÇÃO EM ACADEMIAS UTILIZANDO SENSORES

# GYM OCCUPANCY MONITORING USING SENSORS

Guilherme Reis Cruz, Luiz Antônio Ferraro Mathias

Universidade Santa Cecília, Curso de Sistemas de Informação
E-mail para contato: guilhermereis2@live.com

*RESUMO – O trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de monitoramento em tempo real da ocupação de equipamentos em academias, utilizando sensores MPU6050 integrados ao microcontrolador ESP32. O objetivo é otimizar a experiência dos usuários, reduzindo filas e organizando treinos, além de fornecer dados estratégicos para gestores sobre padrões de uso. A metodologia envolveu testes com sensores de movimento, impressão 3D do protótipo e validação em ambiente de laboratório. Os resultados demonstraram precisão na detecção de uso e design discreto, adequado ao ambiente fitness, confirmando a viabilidade da solução, com potencial de expansão a partir da integração com aplicativos, geração de relatórios detalhados e manutenção preditiva, permitindo que academias possam operar com mecanismos automatizados.*

**Palavras-chave:** Monitoramento; Sensores; Academia; ESP32; Otimização.

*ABSTRACT – The work presents the development of a real-time monitoring system for gym equipment occupancy, using MPU6050 sensors integrated with the ESP32 microcontroller. The objective is to optimize the user experience by reducing queues and organizing workouts, while also providing strategic data for managers regarding usage patterns. The methodology involved testing motion sensors, 3D printing the prototype, and validation in a laboratory environment. The results demonstrated accuracy in usage detection and a discreet design suitable for the fitness environment, confirming the feasibility of the solution, with potential for expansion through integration with applications, generation of detailed reports, and predictive maintenance, enabling gyms to operate with automated mechanisms.*

**Keywords:** Monitoring; Sensors; Gym; ESP32; Optimization.

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por ambientes de prática esportiva mais eficientes e inteligentes impulsiona o desenvolvimento de soluções tecnológicas para otimizar a experiência dos

usuários em academias. Em horários de pico, praticantes frequentemente enfrentam longas esperas por equipamentos, o que gera insatisfação e compromete a produtividade.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema de monitoramento da ocupação de equipamentos em academias utilizando sensores. A proposta é integrar tecnologia para fornecer, em tempo real, informações precisas sobre a disponibilidade dos aparelhos, permitindo uma gestão mais eficaz do espaço físico e promovendo uma experiência de uso mais fluida e satisfatória para os frequentadores.

A solução aqui apresentada visa não apenas atender à necessidade imediata de controle de fluxo, mas também gerar dados relevantes para a tomada de decisão estratégica por parte dos gestores do estabelecimento. Ao unir acessibilidade tecnológica com algoritmos avançados de detecção, o projeto se alinha às tendências contemporâneas de automação e digitalização no setor fitness.

O crescimento do setor fitness, impulsionado pela busca por qualidade de vida e bem-estar, tem ampliado a demanda por soluções tecnológicas que otimizem a gestão de academias e aprimorem a experiência do usuário. Em especial, academias de médio e grande porte enfrentam desafios recorrentes relacionados ao controle de fluxo de pessoas e a disponibilidade dos equipamentos, o que impacta diretamente na satisfação e retenção dos clientes.

Nesse cenário, torna-se essencial o desenvolvimento de ferramentas inteligentes capazes de monitorar, em tempo real, a ocupação dos aparelhos, oferecendo maior previsibilidade e transparência aos usuários. Além disso, tais sistemas permitem aos gestores o acesso a dados estatísticos precisos sobre o uso dos equipamentos, possibilitando decisões baseadas em evidências quanto à disposição do espaço, manutenção e investimentos.

O projeto teve por objetivo geral o desenvolvimento de um sistema de monitoramento para academias, capaz de identificar, em tempo real, o uso e a disponibilidade dos equipamentos. O sistema utiliza sensores para captar movimento e vibração, fornecendo dados precisos e automatizados para a gestão e os usuários. Esse sistema visa aprimorar a gestão de ocupação, gerando dados que permitem, por exemplo, a sugestão de rotas de treino alternativas aos usuários, melhorando a experiência e otimizando o fluxo na academia.

Como objetos específicos, cabe destacar a implementação de sensores MPU6050 (sensor de movimento que combina dois tipos de sensores em um único chip: acelerômetro de 3 eixos – mede a aceleração linear nos eixos X, Y e Z; giroscópio de 3 eixos – mede a velocidade angular

– rotação - em torno dos eixos X, Y e Z) em cada equipamento da academia para monitorar seus movimentos (aceleração e rotação), a partir da criação de um algoritmo que interpreta os dados deste sensor e determina se o equipamento está em uso, além de integrar o sistema de sensores com uma plataforma (como um aplicativo ou painel de controle) que mostre a disponibilidade dos equipamentos de forma clara e em tempo real.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

A utilização de sensores para a detecção de movimento e orientação tem se tornado cada vez mais comum, impulsionada por avanços em componentes de baixo custo e alta precisão, como o MPU6050. O ESP32 surge como uma plataforma de baixo custo e com conectividade Wi-Fi/Bluetooth, ideal para processar os dados do sensor supracitado. O desenvolvimento iniciou-se com a ideia de utilização exclusiva de sensores de carga colocados embaixo do banco dos aparelhos, para detecção de ocupação. No entanto, constatou-se que esse método apresentava limitações, principalmente em relação à estrutura do banco. Tudo começou paralelamente a um projeto de prevenção de lesões, que utilizava visão computacional e biomecânica para analisar os ângulos adequados de execução dos exercícios. A proposta consistia em alertar o personal trainer sobre riscos de lesão, permitindo intervenção imediata. Apesar do potencial, o projeto foi abandonado devido à grande variação de exercícios e ângulos, exigindo que a câmera estivesse posicionada diretamente à frente do praticante para uma análise precisa — algo difícil de padronizar.

Com isso, a atenção foi direcionada exclusivamente à detecção de disponibilidade dos aparelhos. Inicialmente, tentou-se implementar o sensor MPU6050 que integra em um único módulo um acelerômetro triaxial e um giroscópio triaxial. Essa combinação possibilitava identificar variações de aceleração e deslocamento angular, permitindo saber quando algum equipamento está sendo usado. Foram realizados diversos testes, obtendo bastante sucesso com o apoio do Inovfablab (Laboratório de Fabricação e Inovação). O Sistema é composto por apenas 3 componentes:

**ESP32:** microcontrolador com tecnologia Wi-Fi e Bluetooth integrados que recebe os dados de movimento do MPU6050, processa essas informações e as envia para outro local (como um aplicativo ou servidor) para que você possa ver a disponibilidade do equipamento. Ele também gerencia o consumo de energia do sistema.

**MPU6050:** Este é o sensor de movimento que envia essa informação para o ESP32. Se o MPU6050 detectar movimento por um certo período, o ESP32 pode interpretar que o equipamento está em uso.

**Baterias CR123A Recarregáveis (16340):** A bateria é a fonte de energia do sistema. Como o seu dispositivo não será conectado a uma tomada, a bateria fornece a eletricidade necessária para que o ESP32 e o MPU6050 funcionem. A escolha por baterias recarregáveis permite que você recarregue o sistema em vez de substituí-las, o que é mais econômico e sustentável.

# 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes iniciais confirmaram que o sistema baseado em ESP32 e MPU6050 é capaz de identificar com precisão quando os equipamentos estão sendo utilizados. O sensor detectou variações de movimento de forma consistente, distinguindo aparelhos em repouso daqueles em atividade. O protótipo desenvolvido em impressão 3D apresentou boa resistência estrutural e um design discreto, permitindo sua instalação direta nos equipamentos sem comprometer a estética ou causar desconforto aos usuários. Essa característica foi considerada essencial para a aceitação da solução em ambientes de academia.

Outro ponto positivo observado é a praticidade da alimentação por bateria recarregável, que garante portabilidade e facilidade de manutenção. A autonomia ainda será mais bem avaliada durante os testes em ambiente real, mas já se mostra viável para uso contínuo.

O desenho do dispositivo foi realizado com o objetivo de juntar discrição e robustez, de modo que o sensor possa ser instalado diretamente nos equipamentos da academia sem comprometer a estética ou a usabilidade por parte dos praticantes. Além disso, buscou-se garantir resistência estrutural adequada para suportar o uso contínuo em um ambiente de alto fluxo, como é o caso de academias. Essa fase de desenvolvimento do case é fundamental, pois assegura não apenas a proteção do sensor MPU6050 contra impactos e desgaste, mas também contribui para a aceitação visual do produto junto aos usuários finais, evitando que o sistema se torne invasivo ou cause desconforto durante o treino.

Como próximos passos, está prevista a instalação piloto do sistema na academia da Universidade Santa Cecília (Unisanta), a fim de validar a solução em um ambiente real de utilização. Essa etapa estratégica permitirá verificar o desempenho do sistema em condições

práticas, observando fatores como confiabilidade na detecção de disponibilidade dos equipamentos, robustez do hardware e resposta em tempo real dos algoritmos implementados.

Outro aspecto essencial deste piloto é a possibilidade de extração e análise de dados em larga escala. Antes de sua disponibilização comercial, pretende-se coletar informações detalhadas sobre padrões de uso dos equipamentos, intensidade e frequência de treinos, tempo médio de ocupação dos aparelhos, variação nos horários de pico e correlação entre diferentes modalidades de exercícios. Essa base de dados não apenas auxiliará na calibração e refinamento dos algoritmos, mas também abrirá espaço para o desenvolvimento de novas funcionalidades.

Entre as perspectivas de evolução do sistema, incluem-se atualizações futuras voltadas à incorporação de métricas adicionais relacionadas ao desempenho dos praticantes, à previsão de manutenção preventiva de equipamentos e à integração com plataformas digitais de gestão de academias. Dessa forma, o sistema não se restringirá apenas a identificação de disponibilidade, mas poderá evoluir para uma solução mais ampla de monitoramento do ambiente de treino, agregando valor tanto para gestores quanto para usuários. A situação atual evidencia um estágio de maturidade em que o protótipo físico se encontra consolidado, e os próximos passos voltam-se para a validação prática, coleta intensiva de dados e expansão das possibilidades de aplicação, o que permitirá transformar o sistema em uma solução robusta, escalável e de alto impacto no setor fitness.

*Figura 1: Parte superior do Sensor.*



*Figura 2: Parte Inferior do Sensor.*

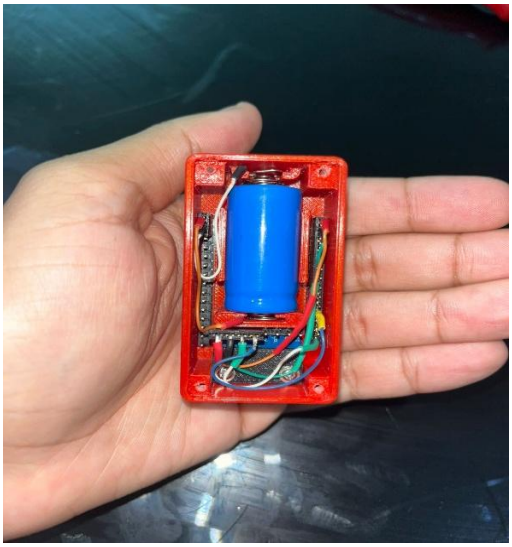


*Figura 3: Sensor Fechado.*



## 4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do sistema demonstrou a viabilidade de uma solução prática e inovadora para monitorar, em tempo real, a ocupação de equipamentos em academias. O protótipo uniu tecnologia acessível, design discreto e operação confiável, trazendo benefícios diretos para usuários que passam a contar com treinos mais organizados e para gestores, que ganham acesso a dados estratégicos sobre o uso dos aparelhos.

A fase piloto prevista será decisiva para validar o desempenho em condições reais e permitirá ajustes e aprimoramentos, como a integração com aplicativos, a geração de relatórios detalhados e a implementação de manutenção preditiva.

Assim, o projeto não apenas resolve o problema imediato de filas e da falta de informações sobre disponibilidade dos equipamentos, mas também aponta para um futuro de academias mais inteligentes, conectadas e centradas na experiência do usuário

# 5 REFERÊNCIAS


ALL DATA SHEET. *Módulo GY-521 MPU-6050.* Disponível em*:* https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mpu-6050%20datasheet&gad_source=1&gad_campaignid=163458844&gbraid=0AAAADcdDU_sSyBZL9uUVyr3IEDlTu2eY&gclid=CjwKCAjw89jGBhB0EiwA2o1On_kQgsAEdJDJegXXNtnVsIId0QiX3MwLOqBQhIeEj6ike_VPwHKhhBoCyL4QAvD_BwE

ARDUINO DOCS. LIBRARYS MPU6050. Diposnivel em: https://docs.arduino.cc/libraries/mpu6050/

ESPRESSIF SYSTEMS. *ESP32 Series*. Disponível em: https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32.

RANDOM NERD TUTORIALS. *ESP32 Client and Server Wi-Fi Communication.* Disponível em:https://randomnerdtutorials.com/esp32-client-server-wi-fi/

VIDA DE SILÍCIO. *Módulo GY-521 MPU-6050 com ESP32 – Acelerômetro e Giroscópio*. Disponível em: https://portal.vidadesilicio.com.br/gy-521-mpu-6050-esp32-acelerometro-e-giroscopio.