

SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE MINI BOMBA D'ÁGUA REMOTAMENTE

Maria L. S. Pedrosa ⁽¹⁾ (marialucilene@acad.ifma.edu.br), Franciane S. S. da Hora ⁽²⁾ (silvasantos@acad.ifma.edu.br), Rorras N. da Silva ⁽³⁾ (rorras.neves@acad.ifma.edu.br), Nathally S. M. Garcia ⁽⁴⁾ (nathally.sophia@acad.ifma.edu.br), Liah R. C. da Silva ⁽⁵⁾ (liah.colins@acad.ifma.edu.br) ;

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA);
Departamento de Engenharia Elétrica;

RESUMO: O roubo de motocicletas no Brasil é um problema socioeconômico grave, impactando famílias que dependem desses veículos para o sustento. As soluções de segurança tradicionais são frequentemente ineficazes, caras ou vulneráveis. O Sistema de Segurança Estratégico Inteligente Contra Roubo de Moto (SSEI) surge como uma resposta acessível e proativa, desenvolvido com o microcontrolador Raspberry Pi Pico W. O SSEI visa confundir e desmotivar o criminoso no ato do assalto. Suas funcionalidades principais incluem o acionamento discreto para alerta remoto e trava, a simulação de falha por meio de trava simulada e pane elétrica ou falta de combustível, e o alerta inteligente via sensor MPU-6500 para detecção de movimento anormal e ativação de alarmes. Essa solução integra hardware e software embarcado com comunicação Wi-Fi local, oferecendo excelente custo-benefício e protegendo o capital de trabalho de milhares de famílias.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança. Roubo. Tecnologia. Moto. Estratégia.

1. INTRODUÇÃO

O aumento alarmante dos roubos de motocicletas no Brasil, em grandes centros urbanos e em cidades menores, impõe desafios significativos à segurança. Para muitos brasileiros, a moto transcende o mero transporte, sendo vital para o sustento familiar de motoboys, mototaxistas e entregadores. A perda do veículo não acarreta apenas um prejuízo financeiro, mas a interrupção imediata da renda familiar.

Dados estatísticos reforçam a urgência do problema: o aumento nos casos de roubo e furto de motos em São Paulo foi de cerca de 10% em 2023 (SSP-SP, 2024), e aproximadamente 40% dos roubos de veículos em nível nacional são de motocicletas (FBSP, 2024). A taxa de recuperação é desoladora, ficando em menos de 20%, e modelos de baixa cilindrada são os mais visados, abastecendo o mercado ilegal de peças e sendo usados em novas ações criminosas (GONÇALVES, 2017).

¹ Prof. Dr. Francisco Borges Carreiro, Instituto Federal do Maranhão – Campus Monte Castelo (Engenharia Elétrica) – e-mail: fborges@ifma.edu.br

As soluções de segurança convencionais, como alarmes tradicionais e rastreadores caros, mostram-se, em grande parte, insuficientes ou inacessíveis para a maioria dos proprietários das motos mais roubadas. Há, portanto, uma lacuna no mercado por uma solução que seja não apenas eficaz, mas também inteligente, proativa e financeiramente viável.

Neste cenário de vulnerabilidade crescente, o Sistema de Segurança Estratégico Inteligente Contra Roubo de Moto (SSEI) surge como uma proposta inovadora e acessível que utiliza tecnologias embarcadas para proteção proativa e dissuasiva (FERREIRA et al., 2021; TAN; WANG, 2019). O SSEI vai além dos métodos convencionais, integrando mecanismos inteligentes capazes de agir de forma estratégica para confundir e desorientar o criminoso no momento da tentativa de assalto.

O projeto é baseado no microcontrolador Raspberry Pi Pico W (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2023), atuando como um Access Point Wi-Fi autônomo. Esta arquitetura de Internet das Coisas (IoT) de baixo custo permite hospedar uma interface web para controle remoto e interação do usuário via smartphone. As funcionalidades centrais do SSEI são focadas na dissuasão ativa, incluindo: controle de travamento, simulação estratégica de falha (pane elétrica ou falta de combustível), e monitoramento de movimento via sensor MPU-6500 (INVENSENSE, 2020). A tática de simulação de falha é um diferencial projetado para induzir o criminoso ao abandono imediato do veículo (GONÇALVES, 2017).

O SSEI alia tecnologia embarcada, comunicação sem fio, interação web local e custo acessível (BARRETO; GUEIROS, 2018), servindo como um exemplo prático de como a inovação pode atender às necessidades reais da população. Nossa meta é mais abrangente: impedir a ação do criminoso no momento exato, aumentando as chances de recuperação do veículo.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento do Sistema de Segurança Estratégico Inteligente Contra Roubo de Moto (SSEI) foi pautado por uma metodologia ágil e iterativa, focada na entrega gradual de resultados, testes contínuos e ajustes incrementais.

2.1 Fases do Processo de Desenvolvimento

- **Análise e Planejamento:**

Compreensão do problema do roubo de motos e análise de soluções existentes.
Definição dos requisitos funcionais e de desempenho como segurança, usabilidade, viabilidade de custos.

- **Arquitetura e Implementação:**

Criação da arquitetura completa do sistema.
Detalhadamente da integração hardware-software e suas especificações.

- **Testes e Validação:**

Realização de testes de integração (hardware-software) e funcionalidade.
Condução de simulações de roubo para avaliar a capacidade de desorientação e disparo de alertas.
Ajustes e otimizações contínuas com base nos resultados.

- **Demonstração e Análise Final:**

Apresentação de uma simulação funcional da versão experimental do SSEI.
Análise final de custo-benefício, destacando a acessibilidade da solução.

2.2 Detalhamento do sistema

- **Visão Geral do Sistema**

- Microcontrolador Central: Raspberry Pi Pico W, configurado como Ponto de Acesso (Access Point) Wi-Fi.
- Interface de Controle: Página web (HTML) hospedada no Pico W, acessível via smartphone/computador conectado diretamente.
- Operação: Monitora o estado da moto (travada/destravada) e aciona atuadores (servo motor, LEDs, buzzer) e sensores (MPU-6500, botão de pânico) de forma coordenada em caso de ameaça, visando desorientar o criminoso.

- **Componentes de Hardware**

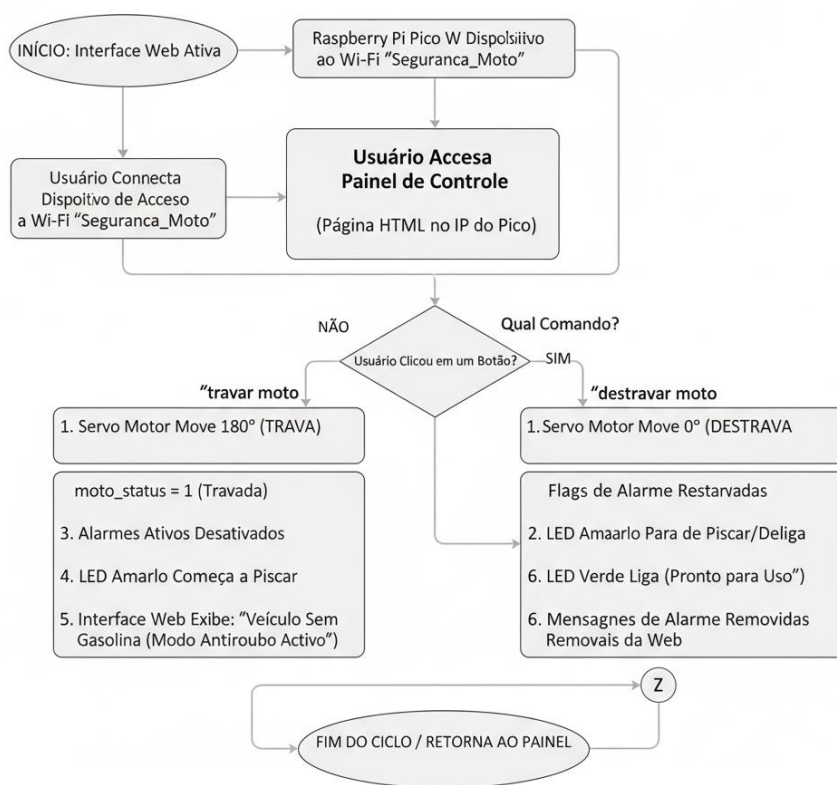
- Raspberry Pi Pico W: Coração do sistema; gerencia lógica, servidor web, Wi-Fi e interação com componentes.
- Servo Motor (GPIO 0): Atuador de trava física.
 - Funcionamento: 180° (travado) ou 0° (destravado), controlado por PWM.
- LED Amarelo (GPIO 11): Indicador de status.
 - Funcionamento: Pisca continuamente no estado "travada".
- LED Vermelho (GPIO 13): Indicador de status e alarme.
 - Funcionamento: Acende em "travada" (simulando "sem gasolina"); Pisca rapidamente quando o alarme é ativado.
- LED Verde (GPIO 12): Indicador de status.
 - Funcionamento: Acende em "destravada" (pronta para uso); Apaga quando travada ou alarme ativado.

- Botão de Pânico (GPIO 5): Sensor de entrada para acionamento manual de emergência.
 - Funcionamento: Aciona o modo de emergência (com debounce).
- Buzzer (GPIO 21): Atuador sonoro para alarmes.
 - Funcionamento: Emite padrão de som controlado por PWM quando o alarme é ativado.
- Sensor MPU-6500 (I2C): Sensor de movimento (IMU).
 - Funcionamento: Detecta movimentos bruscos via aceleração e rotação, usando limiares configuráveis.

● **Lógica e Funcionamento do Sistema**

Figura 1 - Lógica e Funcionamento do Sistema

Fluxograma: Controle Web SSEI (Sistema de Segurança Moto)



Fonte: Autoria própria, 2025.

● **Acionamento via Botão de Pânico (GPIO 5):**

Detecção de Acionamento: Pressionar o botão chama `travar_moto()`.
`assalto_ativo = 1; alarme_movimento_ativo = false.`

Mensagem web: "Moto Tomada de Assalto!".

Atraso: Início de um atraso de 10 segundos (buzzer_delay_alarm).

Disparo do Alarme (após 10s):

SE o atraso expirar E assalto_ativo ainda for 1:

alarme_movimento_ativo = true.

LED vermelho pisca rapidamente.

Buzzer emite som de alarme.

- **Deteção de Movimento (Sensor MPU-6500):**

Condições para Monitoramento: SE moto_status = 1 (travada) E assalto_ativo = 0 (sem alarme manual).

Disparo do Alarme por Movimento:

SE a diferença entre leituras atuais e linha de base ultrapassar os limiares (threshold_accel_diff ou threshold_gyro_diff):

assalto_ativo = 1; alarme_movimento_ativo = true.

LED vermelho pisca rapidamente (imediatamente).

Buzzer emite som de alarme (imediatamente).

Mensagens web: "Moto Tomada de Assalto!" e "alarme de movimento disparado!".

- **Desativação do Alarme de Segurança:**

Condição: SE a moto for destravada pela interface web (intervenção do proprietário) E qualquer flag de alarme ativa.

Ações:

Flags de alarme (alarme_movimento_ativo, assalto_ativo) resetadas.

Piscar rápido do LED vermelho cancelado/LED desligado.

Buzzer e atraso pendente cancelados.

LED verde ligado (se a moto estiver destravada).

- **Como o Sistema "Decide":**

Lógica Condicional: Baseia-se em lógica SE... ENTÃO... e no estado dos componentes/flags.

Fatores de Decisão:

Estado da Moto: Variável moto_status (0/destravada, 1/travada) determina ações de segurança.

Comandos do Usuário: Interações no painel web (travar moto, destravar moto).

Deteção de Eventos Críticos:

Botão de Pânico: Ativa protocolo de assalto (com atraso de 10s para o alarme completo).

Sensor MPU-6500: Percebe movimentos não autorizados em modo travado.

Flags de Alarme: Variáveis (`assalto_ativo`, `alarme_movimento_ativo`) funcionam como "memórias" para indicar protocolo de ameaça em andamento, influenciando atuadores e mensagens.

Função: O SSEI opera como um sistema de resposta automatizada a eventos específicos, garantindo a proteção da motocicleta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do Sistema de Segurança Estratégico Inteligente Contra Roubo de Moto (SSEI) culminou na concretização de uma solução robusta e inteligente, validando a arquitetura de sistemas embarcados para a segurança veicular (FERREIRA et al., 2021) e alinhando-se aos objetivos propostos. A metodologia ágil permitiu a integração eficaz do hardware e software, resultando em um protótipo plenamente funcional. A discussão dos resultados está segregada na validação das funcionalidades chave e no impacto social da solução.

A validação das funcionalidades demonstrou a eficácia do sistema em todos os cenários. O Controle Remoto e o Feedback Visual provaram ser robustos: a interface web hospedada no Raspberry Pi Pico W (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2023) permitiu o comando preciso de travamento e destravamento, com o servo motor respondendo com precisão. O sistema de LEDs forneceu feedback instantâneo sobre o estado do sistema, validando a usabilidade e confiabilidade do painel de controle.

Nas Estratégias de Dissuasão Ativa, o acionamento do botão de pânico oculto foi bem-sucedido, iniciando o protocolo de segurança de forma discreta, e a interface web alertou imediatamente a mensagem "Moto Tomada de Assalto!". O Atraso Estratégico de 10 segundos no disparo total do alarme sonoro e visual demonstrou-se eficaz em sua concepção, maximizando o fator surpresa para o criminoso. Um dos resultados mais significativos foi a Simulação de Defeitos (Engano): a exibição da mensagem "Veículo Sem Gasolina" na interface web quando a moto está travada foi projetada para confundir o ladrão e induzi-lo ao abandono (GONÇALVES, 2017). Por fim, o Sensor MPU-6500 (INVENSENSE, 2020) provou a eficácia da Detecção de Movimento Proativa, identificando movimentos bruscos e não autorizados na motocicleta travada, funcionalidade crucial para inibir roubos por reboque ou empurrão.

A integração harmoniosa de todos os elementos eletrônicos e de software posiciona o SSEI como uma alternativa superior aos sistemas de segurança passivos, que só atuam após a consumação do roubo (FERREIRA et al., 2021). O projeto transcende a vigilância, oferecendo uma intervenção inteligente e ativa que altera a dinâmica do assalto, favorecendo a desistência e a recuperação do bem.

A Relevância Social e Viabilidade do projeto são igualmente notáveis. Construído com base em componentes de baixo custo e com arquitetura simples (BARRETO; GUEIROS, 2018), o sistema é acessível à ampla parcela da população brasileira que depende da motocicleta para sua subsistência, democratizando o acesso a uma segurança de ponta. A demonstração funcional validou o potencial do SSEI para mitigar os impactos do roubo de motocicletas e aumentar a autonomia dos trabalhadores (FREIRE, 1996).

4. CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema de Segurança Estratégico Inteligente Contra Roubo de Moto (SSEI) representa uma abordagem inovadora e essencial no enfrentamento do roubo de motocicletas no Brasil (FERREIRA et al., 2021). A implementação do Raspberry Pi Pico W (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2023) permitiu o desenvolvimento de funcionalidades estratégicas, como a simulação de falhas operacionais (pane/falta de combustível), o acionamento de um botão de pânico oculto e a detecção inteligente de movimentos suspeitos.

O grande diferencial do SSEI reside em sua capacidade de desorientar e frustrar a ação do criminoso durante o assalto, transformando a moto em um obstáculo inesperado (GONÇALVES, 2017). Essa tática aumenta drasticamente as chances de o assaltante desistir e abandonar o veículo, otimizando as possibilidades de recuperação. Além disso, a acessibilidade e o custo-benefício do projeto (BARRETO; GUEIROS, 2018) garantem que essa solução de segurança avançada possa beneficiar a vasta população que mais necessita de proteção eficaz para seu meio de subsistência. O SSEI é uma contribuição social relevante, com potencial de expansão futura, incluindo integração GSM, GPS, redes LoRa/NB-IoT e Inteligência Artificial (IA) (TAN; WANG, 2019).

5. AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder força e sabedoria durante a realização deste projeto. Aos meus familiares, pelo apoio incondicional, e aos professores e colegas do Curso EMBARCATECH, que contribuíram com conhecimento e incentivo ao longo da jornada acadêmica.

6. REFERÊNCIAS

BARRETO, Anderson; GUEIROS, Robson. Sistemas embarcados: arquitetura, programação e aplicações. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2018.

FERREIRA, Matheus G. et al. Segurança veicular inteligente baseada em IoT e computação embarcada. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Elétrica, v. 3, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/conbee-2021-137194>. Acesso em: 18 jul. 2025.

FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA – FBSP. Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2024. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://forumseguranca.org.br/anuario-brasileiro-seguranca-publica>. Acesso em: 18 jul. 2025.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa. 28. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GONÇALVES, Renato. Soluções práticas de segurança em veículos de duas rodas. Revista Segurança Veicular, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 40–45, 2017.

INVENSENSE. MPU-6500 and MPU-9250 Product Specification. Document PS-MPU-6500A-01. 2020. Disponível em: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2020/04/MPU-6500-Datasheet.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2025.

RASPBERRY PI FOUNDATION. Raspberry Pi Pico W Documentation. Cambridge, Reino Unido, 2023. Disponível em: <https://www.raspberrypi.com/documentation/microcontrollers/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO – SSP-SP. Estatísticas de Roubo e Furto de Veículos. São Paulo, 2024. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/>. Acesso em: 18 jul. 2025.

TAN, Lu; WANG, Neng. Future Internet: The Internet of Things. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering (ICACTE). Chengdu: IEEE, 2019.