



## **DEDQ: DISPOSITIVO EMERGENCIAL DETECTOR DE QUEDAS PARA MOTOCICLETAS**

Ana Luíza Feitosa Cesario<sup>1</sup>, Lauan Vinícius Melo Medeiros<sup>1</sup>, Mateus Gabriel da Rocha Araújo<sup>1</sup>, Diego Alves Formiga<sup>1</sup>, Gilvan Luiz Borba Filho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Rio Grande do Norte/ IFRN, Ceará-Mirim, Brasil

**Resumo** — O presente trabalho descreve o desenvolvimento de um dispositivo emergencial automatizado destinado à detecção de quedas de motocicletas, com o objetivo de agilizar o envio de alertas para serviços de emergência e reduzir o tempo de resposta em situações de acidente. O projeto foi idealizado para identificar quedas e impactos por meio de sensores acelerômetros e, uma vez confirmada a ocorrência, enviar automaticamente uma mensagem via SMS contendo a localização geográfica precisa do acidente, obtida por um módulo GPS, juntamente com informações do condutor para um contato de emergência previamente cadastrado. O sistema é controlado por um Arduino Mega, que integra os módulos de sensores e comunicação GSM, possibilitando o funcionamento autônomo do dispositivo mesmo em locais sem cobertura de internet. A proposta central consiste em minimizar o intervalo entre o acidente e o atendimento pré-hospitalar, fator determinante para a redução de complicações pós-traumáticas e o aumento das chances de sobrevivência das vítimas. O desenvolvimento foi orientado pela Metodologia de Engenharia, envolvendo as etapas de levantamento teórico, definição das especificações técnicas, montagem e calibração do circuito, implementação do algoritmo de detecção, simulações experimentais e análise dos resultados. Durante os testes realizados com quedas simuladas em diferentes posições e intensidades, o dispositivo apresentou taxa de acerto de 90% na identificação de impactos e precisão com erro inferior a cinco metros na geolocalização, demonstrando a confiabilidade dos sensores e a eficiência do sistema. Além disso, o projeto destacou-se pela acessibilidade dos componentes, fácil substituição e pela possibilidade de adaptação a múltiplos contextos, como a detecção de quedas em outros tipos de veículos, em idosos, cadeirantes e pacientes em reabilitação, ampliando seu potencial de aplicação em ambientes domésticos, urbanos e hospitalares. Assim, o Dispositivo Emergencial Detector de Quedas para Motocicletas representa uma inovação tecnológica interdisciplinar entre engenharia eletrônica e biomédica, com potencial de grande impacto social e relevância para a segurança viária e a saúde pública, reforçando a importância da automação e da conectividade em soluções voltadas à preservação da vida e à modernização dos sistemas de atendimento emergencial no Brasil.

**Palavras-chave** — Atendimento pré-hospitalar, Segurança, Motociclistas, Geolocalização.



## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da frota de motocicletas no Brasil nas últimas décadas transformou esse meio de transporte em um elemento essencial para a mobilidade urbana e o sustento de milhões de trabalhadores. No entanto, essa expansão veio acompanhada de um preocupante aumento nos índices de acidentes fatais. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2023), mais de um terço das mortes registradas em rodovias brasileiras envolvem motociclistas. Esse dado revela não apenas a vulnerabilidade física dos condutores, mas também a insuficiência de mecanismos tecnológicos e logísticos capazes de garantir um atendimento rápido e eficiente em emergências.

Em regiões periféricas e rurais, a gravidade desse cenário é acentuada pela distância de centros urbanos e pela precariedade das vias e redes de comunicação, o que aumenta o tempo de resposta dos serviços de resgate. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), uma redução de apenas 20% nesse intervalo pode representar a diferença entre a vida e a morte em casos de trauma grave. Assim, a demora no atendimento pré-hospitalar emerge como um dos principais fatores de agravamento das lesões e de mortalidade entre motociclistas.

Diante desse contexto, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um dispositivo emergencial autônomo de detecção de quedas para motocicletas, baseado na integração de sensores acelerômetros, módulos GPS e GSM, controlados por microcontrolador Arduino. O sistema identifica automaticamente uma possível queda, emite um sinal sonoro e, caso o alarme não seja desativado, envia uma mensagem SMS com a localização exata do acidente e informações do condutor para um contato de emergência previamente cadastrado.

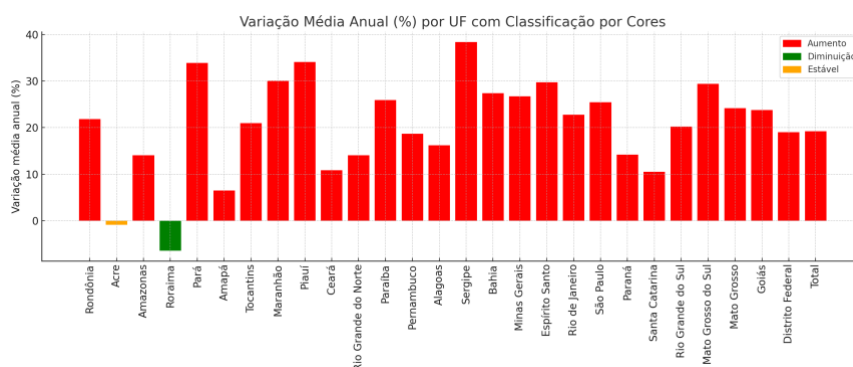
Portanto, o dispositivo representa uma proposta de inovação tecnológica orientada por princípios de engenharia biomédica e saúde pública. Ao unir baixo custo, acessibilidade e eficiência, o projeto busca preencher uma lacuna existente entre a ocorrência do acidente e o início do atendimento, atuando como mediador entre o motociclista acidentado e os serviços de resgate. Nesse sentido, a iniciativa contribui diretamente para a redução da mortalidade no trânsito e para a promoção de políticas públicas baseadas em tecnologia assistiva e conectividade.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os avanços tecnológicos têm possibilitado o desenvolvimento de dispositivos embarcados voltados à segurança e à assistência em situações emergenciais. No contexto do trânsito, esses avanços são particularmente relevantes, uma vez que o Brasil apresenta altos índices de mortalidade decorrentes de acidentes motociclistas (Ministério da Saúde, 2023).

A taxa de mortalidade por acidente de motocicletas no Brasil aumentou 800%, variando de 0,5 para 4,5 por 100 mil habitantes de todos os estados entre 1996 e 2009, número que reflete a vulnerabilidade desse grupo e a necessidade de tecnologias assistivas capazes de reduzir o tempo de resposta em casos de acidente. Agregado a isso, os estudos publicados concluem que “Os acidentes de trânsito são a 11<sup>a</sup> causa de morte e a 9<sup>a</sup> causa de sequelas na população em geral e chegam a ser a maior causa de óbitos entre a população de 5 a 44 anos estimando-se que se tornem a 5<sup>a</sup> maior causa de mortalidade em 2030 e os grupos mais vulneráveis nesta situação incluem os motociclistas” (Martins; Boing; Peres, 2013).

**Figura 1 – Gráfico da tendência de mortalidade por acidentes de motocicletas de Unidades Federativas do Brasil entre 1996 a 2009.**



Fonte: Elaboração própria

O gráfico acima, cujos dados são provenientes das informações da [tabela 2](#) da SciELO, indica que quase todas as unidades da federação registraram tendência de aumento na variação média anual da mortalidade por acidentes de motocicletas entre 1996 e 2009, reforçando visualmente essa conclusão ao evidenciar que a maior parte dos estados apresenta valores positivos expressivos, muitos deles acima de 20% ao ano, indicando crescimento consistente e acelerado das taxas de mortalidade.

As plataformas abertas como o Arduino viabilizam o desenvolvimento de sistemas acessíveis e de alta aplicabilidade social, promovendo a democratização da inovação tecnológica. A utilização de sensores e módulos de comunicação em projetos de engenharia

permite a criação de soluções práticas voltadas à segurança e à saúde pública (Felisardo; Santos; Galvão, 2023).

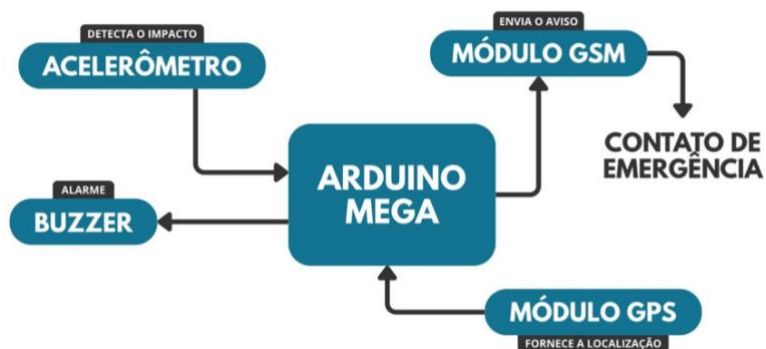
Além disso, o conceito de dispositivos inteligentes aplicados à prevenção de acidentes já se mostra promissor em pesquisas anteriores. O projeto IMAD – Braçadeira Detetora de Quedas para Idosos (Santos et al., 2024) serviu como referência ao demonstrar a eficácia de sensores acelerômetros na detecção de quedas humanas, apontando caminhos para sua adaptação a contextos automotivos. Assim, o presente trabalho busca expandir essa aplicação para o ambiente veicular, integrando-a a um sistema de comunicação automática via SMS, o que o torna relevante tanto para o campo da Engenharia Eletrônica quanto para a Engenharia Biomédica.

Desse modo, a fundamentação teórica sustenta o projeto como uma proposta interdisciplinar que une engenharia, saúde e tecnologia, reforçando a importância da inovação voltada à preservação da vida e à melhoria dos protocolos de atendimento emergencial.

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Dispositivo Emergencial Detector de Quedas para Motocicletas fundamentou-se nos princípios da Metodologia de Engenharia, caracterizando-se como uma pesquisa de natureza mista, combinando abordagens qualitativa e quantitativa, e classificada como pesquisa aplicada de caráter experimental. Essa abordagem mostrou-se apropriada para o desenvolvimento e a validação de um protótipo físico destinado à detecção automática de quedas de motocicletas, considerando a necessidade de testar empiricamente a eficiência dos componentes eletrônicos, a precisão dos sensores e a confiabilidade do sistema de comunicação emergencial. O estudo foi conduzido nos laboratórios do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Ceará-Mirim, local onde foram realizadas as etapas de montagem, calibração e testes experimentais. Dessa forma, os elementos centrais da investigação consistiram no sistema embarcado, composto pelo acelerômetro GY-521, pelo módulo GPS NEO-6M, pelo Shield GSM GPRS SIM900 e pelo Arduino Mega, bem como no comportamento desses dispositivos frente às quedas simuladas, impactos, inclinações e variações de aceleração.

Figura 2 – Diagrama do circuito



Fonte: Elaboração própria

No circuito, cada componente desempenhou uma função específica e indispensável para o funcionamento integrado do dispositivo. O Arduino Mega atuou como unidade central de processamento, sendo responsável por coordenar a leitura dos sensores, executar os algoritmos de detecção de impacto, controlar o tempo de resposta do sistema, estabelecer comunicação serial com o módulo GPS e gerenciar o envio de comandos AT ao módulo GSM. Em seguida, o acelerômetro GY-521 atuou como sensor principal de detecção de quedas, identificando variações bruscas na aceleração e mudanças abruptas na inclinação da motocicleta, distinguindo situações normais de deslocamento de cenários compatíveis com impacto. O sistema contou também com a integração de um Buzzer para o alarme sonoro, com a função de emitir um alerta imediato após a identificação de uma possível queda, permitindo ao usuário cancelar o acionamento do sistema antes do envio automático da mensagem de emergência. O módulo GPS NEO-6M foi responsável pela determinação das coordenadas geográficas da motocicleta, fornecendo latitude, longitude e hora exata do evento com elevada precisão. O Shield GSM GPRS SIM900 funcionou como unidade de comunicação móvel, encarregado de transmitir automaticamente mensagens SMS contendo a localização do acidente quando o alarme sonoro não era desativado pelo usuário dentro do tempo pré-estabelecido. Por fim, o smartphone, previamente definido como contato de emergência, recebeu automaticamente a mensagem enviada pelo dispositivo, permitindo que qualquer familiar, responsável ou serviço de atendimento pré-hospitalar tivesse acesso imediato às coordenadas geográficas e ao link de localização do acidente no mapa.

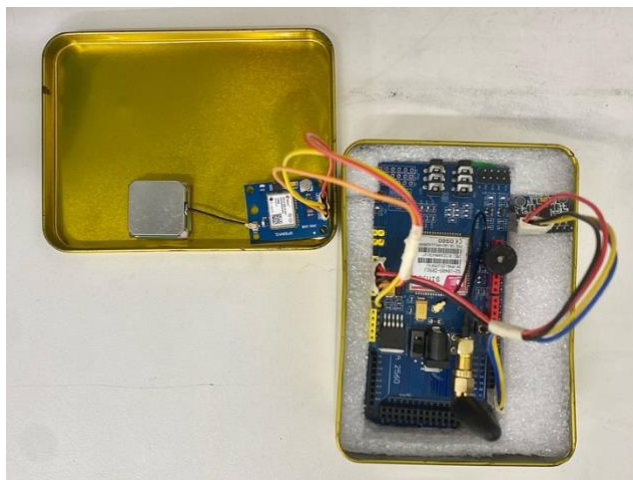
**Figura 3 – Gráfico do sinal de aceleração durante o teste de queda simulada**



Fonte: Elaboração própria

A construção do dispositivo seguiu um conjunto estruturado de etapas. Inicialmente, realizou-se um levantamento teórico abrangente, envolvendo artigos científicos, manuais de sensores, materiais técnicos sobre sistemas embarcados e documentos referentes ao atendimento pré-hospitalar e estatísticas de acidentes motociclisticos. Esse levantamento permitiu definir as especificações técnicas do dispositivo e compreender a literatura sobre detecção de quedas e comunicação móvel aplicada a situações de emergência. Em seguida, iniciou-se a montagem do protótipo em um protoboard, etapa que facilitou ajustes preliminares no circuito. Posteriormente, procedeu-se à implementação da lógica de programação, realizada integralmente na plataforma Arduino IDE, utilizando a linguagem C/C++. Nessa fase, foram desenvolvidos algoritmos responsáveis pela identificação de padrões de aceleração indicativos de queda, pela calibração do acelerômetro para evitar falsos positivos e pela criação de um mecanismo de alarme sonoro, que deve ser desativado pelo usuário em tempo predeterminado. Além disso, foi possível adquirir o sinal de aceleração por meio do Serial Plotter do software Arduino, permitindo a visualização em tempo real das variações registradas pelo acelerômetro. Esse procedimento possibilitou identificar, de forma mais precisa, alterações bruscas no sinal, as quais foram interpretadas como potenciais impactos. Dessa maneira, tornou-se viável observar graficamente o comportamento da aceleração e determinar a variação associada à ocorrência de impactos.

**Figura 4 – Protótipo real montado**



Fonte: Elaboração própria

Como apresentado na Figura 4, para garantir maior organização estrutural e proteger adequadamente os componentes eletrônicos do protótipo, foi adotada uma caixa de acomodação com dimensões de  $12 \times 8$  cm. Para a adaptação da caixa ao dispositivo, foram realizados recortes utilizando as ferramentas apropriadas, permitindo a passagem dos fios condutores provenientes do Módulo GPS NEO-6M, bem como a instalação externa do botão de desativação do buzzer. Também foi confeccionada uma abertura dedicada para a saída sonora do buzzer, assegurando sua audibilidade durante a ativação do alarme. Adicionalmente, incorporou-se uma abertura posterior específica para a conexão da fonte de alimentação, assegurando estabilidade no suprimento energético e reduzindo o risco de desconexões acidentais. Com o intuito de aumentar a proteção física do sistema, o interior da caixa recebeu uma camada de material de isopor, atuando como elemento amortecedor e isolante. Esse reforço contribuiu para minimizar o impacto de vibrações contínuas, reduzir riscos de danos às soldas e componentes sensíveis e proporcionar maior segurança estrutural ao circuito, especialmente durante deslocamentos ou quedas simuladas.

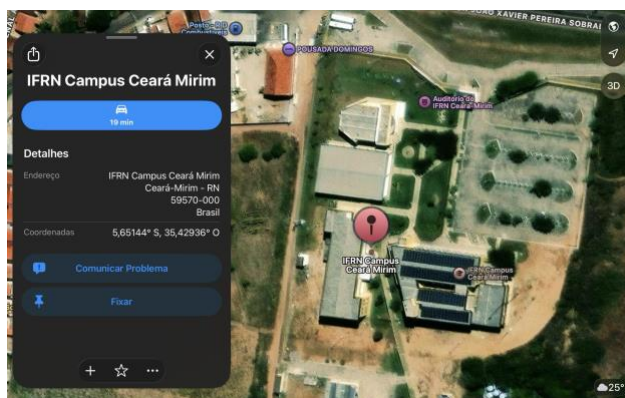
Assim, a metodologia aplicada ao desenvolvimento do dispositivo integra rigor técnico, análise experimental e fundamentos teóricos atualizados, permitindo a construção de um sistema funcional, validado e coerente com os objetivos de contribuir para a redução do tempo de resposta em acidentes com motociclistas e, conseqüentemente, aumentar as chances de sobrevivência dos usuários.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram uma eficiência de 90% na detecção de quedas em aproximadamente dez simulações realizadas, evidenciando a confiabilidade do algoritmo e a precisão dos sensores empregados. O módulo GPS apresentou uma margem de erro inferior a cinco metros, assegurando a localização precisa do acidente. Para garantir o pleno funcionamento do sistema, optou-se pela substituição do Arduino Uno pelo Arduino Mega, devido à sua maior capacidade de armazenamento e ao número ampliado de portas digitais e analógicas, características que conferem maior robustez e flexibilidade ao projeto. Essa escolha contribuiu para a otimização do desempenho do dispositivo, proporcionando maior estabilidade e permitindo a integração de um número maior de componentes sem comprometer sua eficiência. Ainda assim, o Arduino Uno permanece uma alternativa viável em configurações mais simples, desde que suas limitações sejam adequadamente consideradas no planejamento do circuito.

**Figura 5 – Print da localização acessada pelo link disponível via SMS**



Fonte: Elaboração própria

Durante os testes, verificou-se que o tempo máximo entre a identificação da queda, incluindo o intervalo de um minuto destinado à possível desativação manual do alarme, e o envio automático da mensagem SMS para o contato de emergência foi de até dois minutos. Esse tempo de resposta demonstra a agilidade e a viabilidade do sistema para uso em situações reais de emergência.



**Figura 5 – Mensagem que notifica o acidente ao contato de emergência**



Fonte: Elaboração própria

Os resultados confirmam a eficácia do dispositivo proposto na integração entre detecção de impacto, comunicação móvel e geolocalização, destacando seu potencial como ferramenta de apoio ao atendimento pré-hospitalar. Como aprimoramento futuro, propõe-se o desenvolvimento de uma plataforma digital integrada ao SAMU, que receba alertas automáticos enviados pelo dispositivo, otimizando o tempo de resposta e ampliando o alcance do sistema.

## 5 CONCLUSÃO

O Dispositivo Emergencial Detector de Quedas para Motocicletas configura-se como uma proposta tecnológica inovadora e de grande relevância social, demonstrando o potencial da engenharia aplicada à preservação da vida. O protótipo alcançou resultados expressivos quanto à precisão dos sensores e à eficiência na comunicação automatizada de emergências, consolidando-se como uma ferramenta eficaz para a redução do tempo de resposta em acidentes motociclistas.

Do ponto de vista da engenharia biomédica, o dispositivo evidencia o papel da tecnologia assistiva na ampliação do cuidado pré-hospitalar, contribuindo para a resposta rápida e para o aumento das chances de sobrevivência das vítimas. Já sob a perspectiva da saúde pública, sua aplicação demonstra potencial para integrar políticas voltadas à prevenção de acidentes e à otimização de recursos dos serviços de urgência, como o SAMU.

Além de sua contribuição imediata, o projeto abre caminhos para inovações futuras, como o desenvolvimento de sistemas integrados a plataformas governamentais de monitoramento, aplicativos móveis de emergência e bancos de dados para facilitação do cadastro pessoal do condutor. Essas possibilidades reforçam o caráter interdisciplinar da proposta, ao unir engenharia, computação e saúde em prol da segurança e preservação da vida humana.

## REFERÊNCIAS

ARDUINO. **Arduino**. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: 04 fev. 2025.

CARVALHO, C. H. R. de; GUEDES, E. P. **Mais de 1/3 das mortes no trânsito envolvem motociclistas**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/9869-mais-de-1-3-das-mortes-no-transito-envolvem-motociclistas>. Acesso em: 08 fev. 2025.

CORRÊA, I. C. S. **Sistema de Posicionamento Global**. Porto Alegre: Departamento de Geodésia – IG/UFRGS, Museu de Topografia Prof. Laureano Ibrahim Chaffe, maio 2009. Disponível em: [https://museudetopografia.ufrgs.br/museudetopografia/images/acervo/artigos/Sistema\\_de\\_Posicionamento\\_Global.pdf](https://museudetopografia.ufrgs.br/museudetopografia/images/acervo/artigos/Sistema_de_Posicionamento_Global.pdf). Acesso em: 21 ago. 2025.

LAST MINUTE ENGINEERS. **Send Receive SMS & Call with SIM900 GSM Shield & Arduino**. Disponível em: <https://lastminuteengineers.com>. Acesso em: 15 out. 2025.

MARTINS, E. T.; BOING, A. F.; PERES, M. A. **Mortalidade por acidentes de motocicleta no Brasil: análise de tendência temporal, 1996-2009**. Revista de Saúde Pública SciELO, São Paulo, v. 47, n. 5, p. 931-941, out. 2013. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/rsp/2013.v47n5/931-941>. Acesso em: 10 nov. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL). **Cenário brasileiro das lesões de motociclistas no trânsito de 2011 a 2021**. Boletim Epidemiológico, v. 54, n. 6, p. 1–10, 27 abr. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-svs>. Acesso em: 04 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Diretrizes para o desenvolvimento de programas de qualidade no atendimento ao traumatizado**. Genebra: OMS, 2009. Disponível em: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/3/9789241597746\\_por.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/3/9789241597746_por.pdf). Acesso em: 04 fev. 2025.

RIBAS, A. T. **Importância do APH rápido e eficiente no trauma automobilístico**. Florianópolis: Centro de Ensino Bombeiro Militar de Santa Catarina (CEBM), 2011. Disponível em: <https://www.cbm.sc.gov.br/index.php/biblioteca/trabalhos-academicos/tcc-cfsd/category/36-cfsd-2011-1?download=372:importancia-do-aph-rapido-e-eficiente-no-trauma-automobilistico-alyson-taborda-ribas>. Acesso em: 05 fev. 2025.

SANTOS, A. S.; SANTOS, D. M.; OLIVEIRA, M. L. S. de. **IMAD: braçadeira detetora de quedas para idosos**. Ceará-Mirim: IFRN, 2024. Projeto RPP – Orientador: Gilvan Luiz Borba Filho; Coorientador: Severino Peixoto Nunes Netto.

FELISARDO, R.; SANTOS, G.; GALRÃO, D. **Uso do Arduino como ferramenta de prototipagem para desenvolvimento de dispositivos automáticos**. Ciências Exatas e Tecnológicas. Aracaju, v. 8, n. 1, p. 11–26, 2023. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/download/11325/5269>. Acesso em: 04 fev. 2025.