

SDAA - SISTEMA DE DETECÇÃO DE ACIDENTES AUTOMOBILÍSTICOS

Bernardo Pintos Soares¹
Jamilly de Almeida Vilela²
Júlio César Pontes de Figueiredo³
Arnaldo César Almeida Oliveira⁴
Rafael Arcanjo Pinto Santos¹
Yan Nora e Ramos¹
Vitor Iotte Medeiros⁵

vitor_iotte@hotmail.com

ÁREA DO CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento do Sistema de Detecção de Acidentes Automobilísticos (SDAA), criado por alunos do ensino médio da Escola Firjan Sesi de Três Rios/RJ. Utilizando o Arduino UNO R3 com microcontrolador ATmega 328P, giroscópio e módulos GPS e GSM, o SDAA identifica oscilações bruscas em veículos e, em caso de acidente, envia imediatamente a localização do incidente via SMS (*Short Message Service*) para um número de contato predefinido. O projeto alinha-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 3 (Boa Saúde e Bem-Estar) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). O objetivo principal é reduzir as fatalidades decorrentes de acidentes automobilísticos, principalmente em áreas com acesso limitado à assistência médica, proporcionando respostas de emergência mais rápidas e contribuindo para a segurança viária, em conformidade com as metas de desenvolvimento sustentável globais.

PALAVRAS-CHAVE: Acidentes automobilísticos, SMS, ODS 3.

INTRODUÇÃO

Desde o surgimento das redes globais de computadores, houve uma constante conexão e aproximação mundial no que diz respeito ao transporte de dados em tempo real. Muitos setores da sociedade têm utilizado essas tecnologias para disseminação de informações e para promover o avanço da sociedade, impulsionar negócios e

¹ Estudante do 2º ano do Ensino Médio da Escola Sesi FIRJAN Três Rios.

² Graduada em Ciências Biológicas (UNIRIO). Mestre em Microbiologia Agrícola (UFLA). Professora de Ciências, Biologia e Educação Tecnológica da Escola Firjan Sesi Três Rios.

³ Mestre em Ensino de Física (UFJF). Licenciado em Física (UFRJ). Tutor presencial do curso de Física pela UFRJ/CEDERJ. Professor de Física da Escola Firjan Sesi Três Rios.

⁴ Licenciado em Matemática (UNIRIO). Mestre em Modelagem Matemática e Computacional (UFRRJ). Doutorando em Computação pela UFF. Professor da Escola Firjan Sesi Três Rios.

⁵ Licenciado em Química pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Mestre em Educação Química (UFJF) e Doutor em Química (UFJF). Docente da Faculdade Vértix Trirriense - Univértix

promover a globalização (Oliveira, 2022). Nesse contexto, a evolução tecnológica tem conduzido o mundo a uma crescente automatização e dependência da tecnologia em tarefas cotidianas, desde a comunicação por meio de diversos dispositivos eletrônicos até a locomoção facilitada por veículos automobilísticos.

No entanto, é importante reconhecer que, à medida que há avanços nesse cenário, as inovações nem sempre atingem a perfeição desejada. Um exemplo emblemático disso é o elevado número de acidentes de trânsito em todo o mundo, responsável por causar milhares de vítimas anualmente, com uma taxa alarmante de acidentados que, desde 2020, não tem se mantido abaixo dos 60.000 apenas no país (Agência Brasil *et al.*, 2022). A detecção rápida de acidentes automobilísticos é crucial para reduzir a gravidade das consequências e salvar vidas, pois permite uma resposta de emergência mais ágil e eficiente.

Conscientes dessas preocupantes estatísticas e reconhecendo a necessidade de inovação em prol da segurança e bem-estar da população, os estudantes do 2º ano do Ensino Médio (NEM) da Escola Firjan SESI de Três Rios/RJ desenvolveram o Sistema de Detecção de Acidentes Automobilísticos (SDAA). Este projeto se insere no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especificamente o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). O SDAA utiliza tecnologias como o Arduino UNO R3, giroscópio e módulos GPS e GSM para detectar oscilações bruscas em veículos e, em caso de acidente, enviar a localização do incidente via SMS para um número de contato predefinido.

O objetivo principal deste sistema é reduzir as fatalidades decorrentes de acidentes automobilísticos, especialmente em áreas com acesso limitado à assistência médica, proporcionando respostas de emergência mais rápidas e contribuindo para a promoção de ambientes viários mais seguros. Ao oferecer uma solução inovadora e eficiente para a detecção de acidentes, o projeto SDAA alinha-se com o compromisso global de melhorar a saúde e o bem-estar da população, ao mesmo tempo em que promove a inovação e infraestrutura necessárias para alcançar um ambiente mais seguro e sustentável nas estradas (EMBRAPA *et al.*, 2022).

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um dispositivo de detecção de acidentes automobilísticos, focado em veículos de passeio. Quando ativado, o dispositivo enviará automaticamente uma notificação via SMS, contendo a localização precisa do veículo, para um número registrado no sistema pelo usuário. Os objetivos específicos são:

- Reduzir a Taxa de Mortalidade em Acidentes de Trânsito: Busca-se alcançar uma redução significativa na taxa de mortalidade resultante de acidentes de trânsito. Esta meta é de extrema importância, especialmente em áreas onde a assistência médica imediata é limitada, como estradas de pista simples.
- Fornecer Resposta de Emergência Ágil e Eficiente: A missão é assegurar que pessoas envolvidas em acidentes possam receber ajuda rapidamente, evitando complicações fatais. Além disso, pretende-se melhorar o ambiente viário, tornando-o mais seguro e acessível em termos de resposta de emergência, contribuindo assim para a redução global das taxas de óbitos relacionados a acidentes automobilísticos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA NO TRÂNSITO E A NECESSIDADE DE INOVAÇÃO

A segurança no trânsito é um tema de extrema relevância global, com impactos significativos na saúde, na economia e na qualidade de vida das pessoas. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2018), milhares de vidas são perdidas anualmente em acidentes de trânsito, e os custos associados a esses eventos são exorbitantes. Diante desse cenário, a busca por soluções inovadoras para tornar as nossas ruas e estradas mais seguras se torna urgente e necessária.

A evolução tecnológica tem proporcionado avanços significativos na área da segurança veicular. Sistemas como ABS, airbags e controle de estabilidade se tornaram indispensáveis nos veículos modernos, contribuindo para a redução do número de acidentes e de suas consequências (Banco Mundial, 2019). No entanto, os desafios são ainda muitos. A distração ao volante, causada principalmente pelo uso

de celulares, e a falta de infraestrutura adequada em muitas regiões do mundo continuam sendo grandes obstáculos a serem superados (IPEA, 2021; NHTSA, 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca a importância da segurança no trânsito como um problema de saúde pública global. Os acidentes de trânsito são a principal causa de morte entre jovens de 5 a 29 anos em muitos países. Além das perdas humanas, os custos econômicos associados aos acidentes são elevados, incluindo gastos com saúde, seguros e perda de produtividade (Organização Mundial da Saúde, 2018).

A inovação tecnológica tem o potencial de transformar a forma como nos locomovemos e de tornar as nossas ruas mais seguras. Veículos autônomos, sistemas inteligentes de transporte e a integração de dados são algumas das tecnologias que prometem revolucionar o setor. Segundo Kappler et al. (2020), “a utilização de sensores, câmeras e inteligência artificial permite a detecção de obstáculos, a previsão de acidentes e a tomada de decisões em tempo real, contribuindo para a redução do número de colisões”.

No entanto, a implementação dessas novas tecnologias exige um planejamento cuidadoso e a criação de um ambiente regulatório adequado. É fundamental garantir a segurança e a privacidade dos dados, além de estabelecer padrões de qualidade para os sistemas autônomos (Romano; Taco, 2020).

Além da tecnologia, a educação para o trânsito também desempenha um papel fundamental na promoção da segurança viária. Pacheco (2017) destaca que “é preciso investir em campanhas educativas que conscientizem a população sobre a importância de adotar comportamentos seguros ao volante e como pedestre”. A formação de condutores também deve ser aperfeiçoada, com a inclusão de conteúdos sobre as novas tecnologias e as melhores práticas de direção.

Em resumo, a segurança no trânsito é um desafio complexo que exige a atuação de diversos atores, como governos, empresas, sociedade civil e academia. A inovação tecnológica, aliada a investimentos em infraestrutura, educação e fiscalização, é fundamental para construir um futuro mais seguro nas nossas ruas e estradas (Scopinho; Silva, 2019).

SISTEMAS DE DETECÇÃO DE ACIDENTES: CONCEITOS E APLICAÇÕES

Os sistemas de detecção de acidentes representam uma fronteira promissora na busca por um trânsito mais seguro. Através da combinação de sensores, algoritmos e tecnologias de comunicação, esses sistemas são capazes de identificar eventos adversos nas vias, como colisões, capotamentos e saída de pista, permitindo uma resposta rápida dos serviços de emergência e minimizando as consequências dos acidentes (Rocha; Bordon; Bortoni, 2015).

Conceitos Fundamentais Um sistema de detecção de acidentes, de maneira geral, opera com base em sensores que monitoram diversas variáveis do veículo, como velocidade, aceleração, ângulo de direção e até mesmo a atividade do motorista. Esses dados são processados por algoritmos que identificam padrões anômalos, característicos de um acidente. Uma vez detectado um evento adverso, o sistema aciona um mecanismo de alerta, que pode ser um sinal sonoro, uma vibração no volante ou o envio automático de um sinal de socorro para os serviços de emergência (Godoy; Assis; Gonçalves, 2016).

As aplicações dos sistemas de detecção de acidentes são diversas e abrangem tanto veículos particulares quanto frotas comerciais. Segundo Araujo (2021), “a utilização de sensores e tecnologias de comunicação permite a detecção imediata de acidentes, possibilitando uma resposta rápida dos serviços de emergência”. Alguns dos principais benefícios desses sistemas incluem: (i) Redução do tempo de resposta: Ao detectar um acidente de forma imediata, os sistemas de detecção permitem que os serviços de emergência sejam acionados mais rapidamente, aumentando as chances de salvar vidas e minimizar os danos (Araujo, 2021). (ii) Aumento da segurança: Através da monitoração constante do veículo, esses sistemas podem identificar condições perigosas e alertar o motorista, evitando acidentes. Conforme destacado por OpenCADD (2022), “a Internet das Coisas (IoT) no setor automotivo possibilita a integração de sensores que monitoram continuamente o estado do veículo e do ambiente ao redor”. (iii) Gerenciamento de frotas: Para empresas com grandes frotas de veículos, os sistemas de detecção de acidentes permitem monitorar a localização e o estado dos veículos em tempo real, otimizando a gestão da frota e reduzindo custos (CAMBUIM, 2021). (iv) Coleta de dados para análise: Os dados gerados pelos sistemas de detecção podem ser utilizados para analisar as causas dos

acidentes e desenvolver estratégias para prevenir futuros eventos. Segundo a USP (2012), “a análise de dados de telemetria é essencial para entender os padrões de acidentes e implementar medidas preventivas eficazes”.

TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Os sistemas de detecção de acidentes utilizam uma variedade de tecnologias, como: **Sensores:** Acelerômetros, giroscópios, sensores de impacto, câmeras, radares e GPS. **Microcontroladores:** Processadores responsáveis por coletar e analisar os dados dos sensores. **Comunicação:** Módulos GSM, Wi-Fi ou redes celulares para transmitir os dados e alertas. **Inteligência artificial:** Algoritmos de aprendizado de máquina para identificar padrões e tomar decisões.

DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Apesar dos avanços tecnológicos, os sistemas de detecção de acidentes ainda enfrentam alguns desafios, como a necessidade de calibragem precisa dos sensores, a interferência de outros sinais e a garantia da privacidade dos dados. Segundo Araujo (2021), “a precisão na calibragem dos sensores é crucial para o funcionamento eficaz dos sistemas de detecção de acidentes”. Além disso, a integração desses sistemas com a infraestrutura viária e com outros serviços, como os serviços de emergência, é fundamental para garantir sua eficácia (Portal do Trânsito, 2023).

No futuro, espera-se que os sistemas de detecção de acidentes se tornem cada vez mais sofisticados e integrados, com a utilização de tecnologias como a inteligência artificial e a internet das coisas. Conforme destacado por OpenCADD (2022), “a combinação de inteligência artificial e internet das coisas promete revolucionar a segurança viária”. A combinação desses sistemas com veículos autônomos e infraestruturas inteligentes poderá revolucionar a forma como nos locomovemos, tornando as nossas ruas e estradas mais seguras e eficientes (CAMBUIM, 2021).

A importância da comunicação em situações de emergência

Em momentos de crise, a informação é um bem precioso. A comunicação rápida e eficaz permite que a população seja informada sobre os riscos, as medidas de segurança a serem adotadas e os locais seguros para se abrigar. Além disso, a

comunicação facilita a coordenação entre os diferentes atores envolvidos na resposta à emergência, como bombeiros, polícia, defesa civil e serviços de saúde.

O futuro da comunicação em situações de emergência passa pelo desenvolvimento de tecnologias cada vez mais sofisticadas e pela integração de diferentes sistemas. A inteligência artificial, a internet das coisas e a realidade virtual são algumas das tecnologias que podem revolucionar a forma como nos comunicamos em momentos de crise.

METODOLOGIA

A seguir, estão listados todos os materiais utilizados na confecção do protótipo.

Tabela 1. Lista com os materiais utilizados na montagem do protótipo para execução do projeto

Materiais	Local de Busca	Quantidade	Custo (R\$) *
Arduino UNO R3 ATmega 328p	RoboCore	1	89,90
Giroscópio MPU-6050	Mercado Livre	1	14,90
Módulo GPS NEO-6M com Antena	Eletrogate	1	56,90
Módulo GSM SIM900	Mercado Livre	1	159,74
Pilha recarregável AA DURACELL	Amazon Shop	2	47,49
Módulo Bluetooth HC-06	Eletrogate	1	44,56
			Total: 413,54

Fonte: Elaborada pelos autores (2023). *Preços com base do dia 05/10/2023 sem aplicação de taxa e frete.

O protótipo incorpora um giroscópio altamente sensível, capaz de detectar oscilações no eixo de rotação do veículo em três eixos diferentes: X, Y e Z. Esse giroscópio desempenha um papel fundamental na identificação de possíveis acidentes. Quando o ângulo registrado pelo giroscópio atinge ou excede um valor predefinido que indica a ocorrência de um acidente, o sistema entra em ação. O processo de detecção e notificação de acidentes é executado da seguinte forma:

- **Detecção de Oscilação:** O giroscópio mede continuamente a oscilação do veículo em relação aos três eixos. Essas leituras são convertidas em ângulos de inclinação e comparadas com os valores pré-estabelecidos que definem um acidente.

- **Envio de Notificação via SMS:** Se o ângulo medido pelo giroscópio atingir ou ultrapassar o limite definido para um acidente, o sistema automaticamente aciona o módulo GSM. Este módulo utiliza o módulo GPS para obter a localização exata do veículo no momento do incidente e, em seguida, envia uma mensagem de texto (SMS) para o número de contato previamente registrado.
- **Chamada de Emergência:** Além do envio de SMS, o módulo GSM também realiza uma chamada de emergência para garantir que a mensagem seja recebida prontamente pelas autoridades ou pela pessoa responsável pelo monitoramento. Isso assegura que medidas de socorro sejam tomadas com a maior rapidez possível.

Programação do Sistema

A programação que controla o processo é realizada em linguagem C++, especialmente adaptada para o ambiente do Arduino. As etapas da programação incluem:

- **Inclusão de Bibliotecas:** No início do programa, são definidas as bibliotecas necessárias para o correto funcionamento do sistema. Isso envolve bibliotecas para comunicação GSM, GPS e o uso do giroscópio.
- **Definição de Variáveis:** O código cria variáveis onde os valores do giroscópio serão armazenados, permitindo que o sistema acompanhe as oscilações do veículo em tempo real.
- **Estabelecimento de Limites para Detecção de Acidentes:** São definidos limites específicos em graus para cada variável que o sistema irá monitorar. Se esses limites forem alcançados, o sistema considerará que ocorreu um acidente.
- **Ativação do Sistema:** Caso os valores medidos ultrapassem os limites definidos, o sistema é ativado, acionando o envio de notificações e chamadas de emergência.

Essa programação é crucial para o funcionamento eficiente do dispositivo de detecção de acidentes e garante uma resposta rápida e eficaz em emergências (Figura 1).

Figura 1 – Parte da programação C++ executada

```
const int pinoRX = 8; //PINO DIGITAL 2 (RX)
const int pinoTX = 7; //PINO DIGITAL 3 (TX)
const int pinoLed = 12; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO LED
//VARIÁVEL BOOLEANA QUE FAZ O CONTROLE DE ATIVAÇÃO DO LOOP DO LE

SoftwareSerial bluetooth(pinoRX, pinoTX);
int incomingByte; // a variable to read incoming serial data

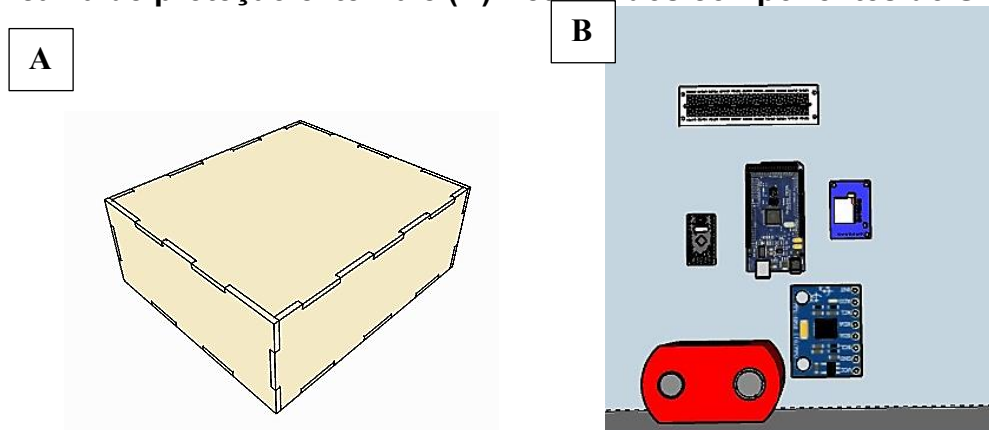
//Endereco I2C do MPU6050
const int MPU=0x68;
//Variaveis para armazenar valores dos sensores
int AcX,AcY,AcZ,Tmp,GyX,GyY,GyZ;
void setup()
{
    bluetooth.begin(9600);
    //Inicializa o LCD
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU);
    Wire.write(0x6B);
```

Fonte: Os autores, 2023.

Modelagem 3D do Protótipo

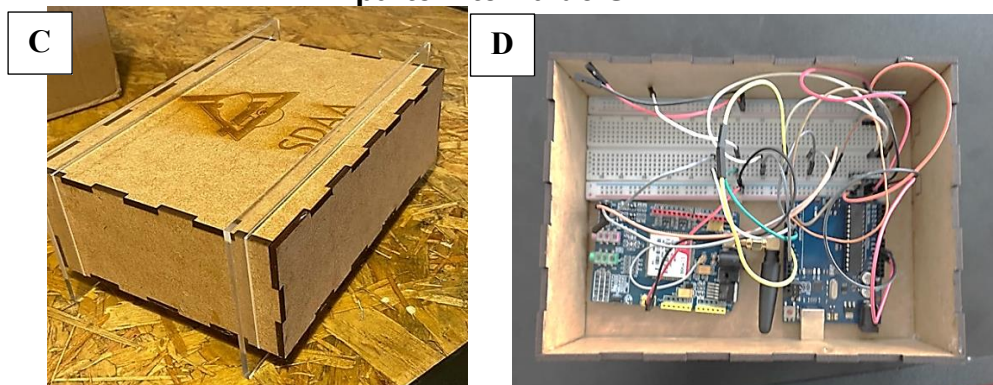
A modelagem 3D do protótipo, realizada com o auxílio do software AutoCAD, desempenhou um papel fundamental para o projeto. Com essa ferramenta, foram criadas representações tridimensionais detalhadas de componentes essenciais do dispositivo de detecção de acidentes automobilísticos (Figura 2). Utilizando o AutoCAD, foi possível visualizar e aperfeiçoar a disposição dos sensores, do giroscópio e dos módulos GPS e GSM no interior do dispositivo. Essa modelagem tridimensional permitiu garantir que todos os componentes fossem adequadamente integrados, otimizando o espaço e a eficiência do dispositivo (Figura 3).

Figura 2 – Modelagem 2D do protótipo utilizando o AutoCAD. (A) Desenho da caixa de proteção externa e (B) Detalhe dos componentes do SDAA



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 3 – Protótipo produzido. (C) Detalhe do material utilizado no protótipo, confeccionado a partir de MDF em máquina de corte a laser e (D) Detalhe da parte interna do SDAA



Fonte: Os autores, 2023.

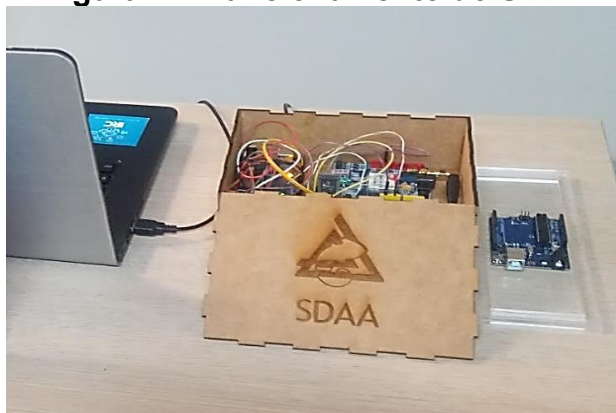
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a fase de desenvolvimento, o Sistema de Detecção de Acidentes Automobilísticos (SDAA) foi submetido a uma série de testes rigorosos para avaliar sua funcionalidade e eficácia. Os resultados demonstraram que o sistema opera conforme o esperado, validando sua capacidade de detectar acidentes e enviar notificações rapidamente.

Os testes foram realizados em diversas condições simuladas para garantir a robustez e a precisão do sistema. Durante os testes, a caixa contendo o protótipo foi inclinada a ângulos variados para simular cenários de acidente. A detecção foi especificamente calibrada para acionar o sistema quando a inclinação alcançasse 40° ou mais, representando uma situação crítica que poderia indicar um acidente grave.

- Detecção de Acidente: Quando a inclinação da caixa atingiu ou superou os 40°, o giroscópio registrou essa oscilação e enviou a informação ao módulo GSM.
- Envio de Notificação via SMS: Após receber o sinal do giroscópio, o módulo GSM imediatamente enviou uma mensagem SMS para o número previamente cadastrado no sistema. A mensagem continha informações cruciais, incluindo a confirmação do acidente e a localização exata do veículo, obtida através do módulo GPS (Figura 4).

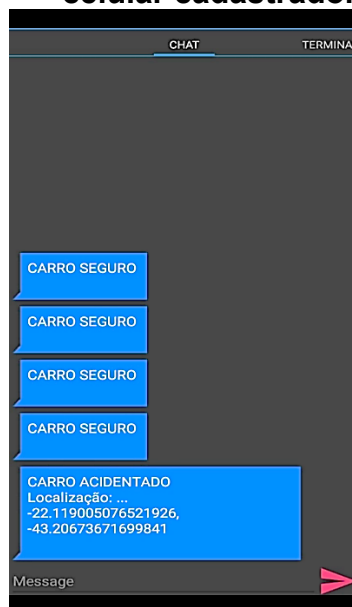
Figura 4 – Funcionamento do SDAA



Fonte: Os autores, 2023.

- **Precisão e Tempo de Resposta:** Em todos os testes realizados, o tempo de resposta do sistema foi consistentemente rápido, com a mensagem SMS sendo enviada em questão de segundos após a detecção do ângulo crítico. A localização fornecida foi precisa, com uma margem de erro mínima, garantindo que os serviços de emergência pudessem localizar o veículo rapidamente (Figura 5).

Figura 5 – Mensagem de reporte de acidente enviada para o número de celular cadastrado.



Fonte: Os autores, 2023.

Os resultados obtidos destacam a eficácia do SDAA em fornecer uma resposta rápida e precisa em situações de emergência. A implementação do giroscópio para detectar oscilações e a integração dos módulos GPS e GSM para comunicação

imediatamente demonstraram ser uma abordagem eficaz para a detecção de acidentes automobilísticos.

- **Impacto na Segurança Viária:** A capacidade do SDAA de enviar notificações instantâneas pode significativamente reduzir o tempo de resposta dos serviços de emergência, potencialmente salvando vidas ao garantir que vítimas de acidentes recebam assistência médica o mais rápido possível.
- **Aplicabilidade em Diferentes Contextos:** Embora o protótipo tenha sido testado em condições controladas, sua aplicabilidade em diferentes cenários, como em estradas rurais e urbanas, mostra grande potencial. A tecnologia pode ser adaptada e escalada para diferentes tipos de veículos e ambientes, aumentando sua versatilidade e impacto positivo na segurança viária.
- **Considerações Futuras:** Embora o sistema tenha se mostrado eficiente, futuras iterações podem incluir melhorias adicionais, como a integração com redes de dados móveis mais avançadas, a implementação de algoritmos de aprendizado de máquina para detecção mais precisa e a adição de funcionalidades como a detecção de múltiplos tipos de acidentes.

Em suma, os testes confirmam que o SDAA é uma solução viável e eficaz para a detecção rápida de acidentes automobilísticos, alinhando-se com os objetivos de desenvolvimento sustentável de promover a saúde, bem-estar e segurança nas estradas. A evolução contínua desta tecnologia poderá proporcionar avanços ainda maiores na redução de fatalidades e na melhoria da resposta a emergências no trânsito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que o Sistema de Detecção de Acidentes Automobilísticos (SDAA) pode efetivamente contribuir para a redução das taxas de mortalidade associadas a acidentes de trânsito, melhorando a segurança dos ocupantes de veículos e facilitando a resposta rápida dos serviços de emergência. Ao aplicar tecnologia avançada e soluções inovadoras, buscamos oferecer uma abordagem proativa para a segurança viária, garantindo uma resposta imediata em situações críticas.

A integração das tecnologias no SDAA não apenas visa salvar vidas, mas também está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, especialmente o ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura). Para o futuro, esperamos uma ampla adoção dessa tecnologia nos veículos, transformando a segurança viária em uma realidade mais acessível e eficaz.

Nossa equipe está comprometida em continuar aprimorando o dispositivo, colaborando com parceiros e organizações para promover um ambiente viário mais seguro e evitar perdas desnecessárias de vidas humanas. Com esforço contínuo e inovação, podemos fazer uma diferença significativa na segurança das estradas e no cumprimento das metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas pela ONU.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. R. Métodos e técnicas de segurança para dispositivos IoT: uma revisão sistemática da literatura. **Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba**, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/3547/1/Araujo%2C Alex Rodrigues - TCC.pdf](https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/3547/1/Araujo%2C%20Alex%20Rodrigues%20TCC.pdf). Acesso em: 8 ago. 2024.

BANCO MUNDIAL. Global Road Safety Facility. Washington, DC: **World Bank**, 2019. Disponível em: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/251751646720074441/global-road-safety-facility-grsf-annual-report-2021>. Acesso em: 8 ago. 2024.

CAMBUIM, L., F., S. **Sistema de previsão de colisão de pedestre baseado em visão computacional**. 2022. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/48666>. Acesso em: 8 ago. 2024.

EMBRAPA. **Conheça as contribuições da Embrapa para a Agenda 2030 e para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acesso em 04 out. 2023.

GODOY, R. S.; ASSIS, W. O.; GONÇALVES, H. S. B. Desenvolvimento de um sistema para monitoramento de sinais de sensores utilizados em aplicações automotivas. **Instituto Mauá de Tecnologia**, 2016. Disponível em: <https://maua.br/files/122016/desenvolvimento-um-sistema-para-monitoramento-sinais-sensores-utilizados-aplicacoes-automotivas-270958.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2024.

IPEA. Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) 2019: **Módulo de Violência**. Rio de Janeiro: IPEA, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11128>. Acesso em: 8 ago. 2024.

KAPPLER, L. B., ZECHIN, D., CALEFFI, F., CYBIS, H. B. B. **Análise dos impactos de veículos autônomos em uma rodovia brasileira com simulação de tráfego. 2020.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/212396/001115055.pdf?sequence=1>.

MARTINEZ, L. A.. **Projeto de um sistema embarcado de predição de colisão e pedestres baseado em computação reconfigurável.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. doi:10.11606/D.55.2011.tde-27022012-110356. Acesso em: 08 ago. 2024.

NHTSA. Traffic Safety Facts. Washington, DC: **NHTSA**, 2021. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/document/traffic-safety-facts>. Acesso em: 8 ago. 2024.

OLIVEIRA, R. M. A. Sistema embarcado para monitoramento automotivo em tempo real. Trabalho de Conclusão de Curso. **Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais** - Unidade Araxá. 2022.

OPENCADD. **Internet das Coisas**: o futuro do setor automotivo. 2022. Disponível em: <https://www.opencadd.com.br/blog/internet-das-coisas-o-futuro-do-setor-automotivo>. Acesso em: 8 ago. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3**: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/health/>. Acesso em: 04 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 9**: Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/infrastructure-industrialization/>. Acesso em: 04 out. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório mundial sobre a segurança viária 2018.** Genebra: OMS, 2018. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276462>. Acesso em: 8 ago. 2024.

PACHECO, E. L. (2017). A redução de acidentes por meio da educação para o trânsito: um enfoque na formação dos condutores. **Instituto Federal de Santa Catarina**. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/bitstream/handle/123456789/804/Emeli_Lemos_Pacheco.pdf?sequence=1.

PEDUZZI, P. Em 2021, 5 mil pessoas morreram em 64 mil acidentes de carro. **Agência Brasil**. Brasília. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-05/em-2021-5-mil-pessoas-morreram-em-64-mil-acidentes-de-carro#:~:text=O%20n%C3%BAmero%20de%20acidentes%20subiu,5.291%20registradas%20no%20ano%20anterior>. Acesso em: 16 out 2023.

PORTAL DO TRÂNSITO. **Sistemas de controle de tráfego inteligente: tecnologia aliada da mobilidade urbana.** 2023. Disponível em: <https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/sistemas-de-controle-de-trafego-inteligente-tecnologia-aliada-da-mobilidade-urbana/>. Acesso em: 8 ago. 2024.

ROCHA, É. F.; BORDON, M. J.; BORTONI, C. Aplicação de sensores em veículos automotores e tendências futuras, 2015. **Portal Anchieta**. Disponível em: <http://www.portal.anchieta.br/revistas-e-livros/simposio-eletronica/pdf/1-aplicacao-sensores-veiculos-automotores-tendencias-futuras.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2024.

ROMANO, A. B., TACO, P. W. G. **Impacto da implantação de veículos autônomos conectados e cooperativos na segurança viária**, 2020. Universidade de Brasília. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39468>.

SCOPINHO, R. A., SILVA, A. P. (2019). A letalidade dos acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras em 2016. **Revista Brasileira de Estudos de População**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepop/a/bSFrhRpsZ7T6FSb9hYSbLzP/>.