

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Faculdade de Tecnologia de Mauá

Curso Superior de Tecnologia em Informática para Negócios

Renan de Jesus Santana

Alarme Automotivo Via SMS

Mauá

2025

Renan de Jesus Santana

Alarme Automotivo Via SMS

Monografia apresentada à Faculdade de Tecnologia de Mauá, como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Informática para Negócios, sob a orientação do professor mestre Ivan Carlos Pavão.

Mauá
2025

Autorizo a reprodução e a divulgação deste trabalho, no todo ou em parte, por qualquer meio convencional ou eletrônico, exclusivamente para fins de estudo e pesquisa, desde que a fonte seja citada.

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca Fatec Mauá

621.38928

S232a Santana, Renan de Jesus.

Alarme automotivo via SMS / Renan de Jesus Santana. – 2025.
44 p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Me. Ivan Carlos Pavão.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Informática para Negócios) – Faculdade de Tecnologia de Mauá.

Referências: p. 37-39.

1. Alarme. 2. SMS. 3. Arduino. 4. Sistema de monitoramento. 5. Segurança. 6. Veículo. I. Pavão, Ivan Carlos. II. Título.

CDD 23. : Sistemas de segurança eletrônicos 621.38928
Elaborada por Tatiana Sambinelli CRB-8 SP-011003/O

Renan de Jesus Santana

Alarme Automotivo Via SMS

Monografia apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Mauá, como exigência
parcial para obtenção do título de
Tecnólogo em Informática para Negócios.

Aprovação em: ____/____/____

Banca examinadora ou pareceristas:

Prof.(a) Me. Ivan Carlos Pavão
Orientador
FATEC Mauá

Prof.(a) Me. João Carlos de Souza
Avaliador
FATEC Mauá

Prof.(a) Agnaldo Ferraz Carneiro
Avaliador
FATEC Mauá

À minha família e às pessoas com quem convivi ao longo desses anos, que me deram apoio e incentivo nesta e em outras caminhadas.

AGRADECIMENTOS

Desejo expressar meus agradecimentos a todas as pessoas no curso desde colegas de sala, professores, coordenadores que contribuíram para que atingisse meu objetivo. Por fim, agradeço ao orientador, professor mestre Ivan Carlos Pavão pela dedicação, ensinamentos e conhecimentos passados.

"A melhor maneira de prever o futuro é cria-lo." (Peter Drucker).

RESUMO

Este projeto apresenta um dispositivo de monitoramento de alarme automotivo por meio de uma mensagem de alerta via Short Message Service (SMS). O projeto tem como principal objetivo desenvolver um sistema agregado ao alarme automotivo que funcione como um adicional na segurança do veículo. Será apresentado no desenvolvimento do projeto um circuito responsável pela simulação do alarme do carro, utilizando um sensor de presença que ao receber um sinal, acionará o buzzer (simulando o alarme do carro), desligará os led's brancos (que sinalizam o carro ligado) e acionará os led's vermelho (que sinalizam o carro desligado/travado). Com este circuito acionado, será feita a comunicação com microcontrolador Arduino Uno e esta plataforma fará a comunicação com o Módulo A7670SA. Posteriormente, o usuário receberá uma mensagem em seu celular como um alerta. Se o alarme estiver desligado, o proprietário pode mandar uma SMS a mensagem "SOS" para o carro, fazendo com que o alarme acione e realizando todos os processos descritos acima. Só será desativado o sistema de segurança quando o proprietário mandar um SMS com o número "0" (zero) para o número do chip que estiver no veículo. Este protótipo mostra uma das inúmeras possibilidades que se pode agregar a um sistema de alarme automotivo, tendo como principal foco a segurança do proprietário do veículo. Além disso, contribui para o desenvolvimento de um projeto utilizando a plataforma Arduino, que têm sido bastante utilizadas em projetos acadêmicos devido à facilidade de desenvolvimento e implementação de projetos com esta plataforma.

Palavras-chave: alarme; SMS; Arduino; sistema de monitoramento; segurança; veículo.

ABSTRACT

This project presents an automotive alarm monitoring device through an alert message sent via Short Message Service (SMS). The main objective of this project is to develop a system integrated into the car alarm that serves as an additional layer of vehicle security. During the project development, a circuit responsible for simulating the car alarm will be presented, using a motion sensor that, upon receiving a signal, will activate a buzzer (simulating the car alarm), turn off the white LEDs (indicating that the car is on), and turn on the red LEDs (indicating that the car is off/locked).

When this circuit is triggered, communication will be established with the Arduino Uno microcontroller, which will then communicate with the A7670SA Module. Subsequently, the user will receive a message on their mobile phone as an alert. If the alarm is deactivated, the owner can send an SMS message containing the word "SOS" to the car, causing the alarm to activate and perform all the processes described above. The security system will only be deactivated when the owner sends an SMS with the number "0" (zero) to the phone number of the SIM card installed in the vehicle. This prototype demonstrates one of the many possibilities that can be integrated into an automotive alarm system, with the main focus on enhancing the vehicle owner's security. Furthermore, it contributes to the development of a project using the Arduino platform, which has been widely adopted in academic projects due to its ease of development and implementation.

Keywords: alarm; SMS; Arduino; monitoring system; security; vehicle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Arduíno Uno	27
Figura 2 – Módulo A7670SA	27
Figura 3 – Sensor de presença	28
Figura 4 – Buzzer	28
Figura 5 – LED's	29
Figura 6 – Circuito elétrico	30
Figura 7 – Fluxograma	31

LISTA DE SIGLAS

GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LPWAN	<i>Low Power Wide Area Network</i>
MMS	<i>Multimedia Messaging Service</i>
SMS	<i>Short Message Service</i>
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Questão da pesquisa	13
1.2	Objetivos da pesquisa	14
1.3	Justificativa	15
1.4	Delimitação da pesquisa	16
1.5	Estruturação do trabalho	16
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	18
2.1	Internet das coisas (IoT)	18
2.2	Segurança automotiva	18
2.3	Sistema de comunicação GSM e IoT	19
2.4	Sensores de presença e segurança	20
2.5	Aplicações de IoT em sistemas de segurança	20
2.6	Desafios e futuro da segurança automotiva com IoT	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1	Segurança pública e tecnologia	22
3.2	A internet das coisas como ferramenta e prevenção	22
3.3	Microcontroladores e módulos de comunicação	23
3.4	Arduino Uno	24
3.5	Módulo A7670SA	24
3.6	Limitações técnicas e possibilidades futuras	24
4	METODOLOGIA	26
4.1	Definição dos requisitos	26
4.2	Escolha dos componentes	26
4.3	Montagem do circuito	29
4.4	Desenvolvimento do código	30
4.5	Teste e validação	31
4.6	Considerações metodológicas	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1	Funcionamento do sistema	33
5.2	Validação dos requisitos	34
5.3	Limitações observadas	34
5.4	Potencial de expansão	34

5.5	Análise crítica	35
6	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37
	APÊNDICE	40

1 INTRODUÇÃO

A segurança pública é essencial ao ser humano, pois compõe o conjunto de direitos fundamentais à vida, sendo, portanto, parte integrante dos Direitos Humanos. Sua importância está expressamente prevista como um direito social e fundamental na Constituição Federal de 1988, no artigo 6º. A garantia de segurança, nesse contexto, ultrapassa o campo da proteção física, abarcando também o direito à paz, à dignidade e ao bem-estar social, sendo dever do Estado e responsabilidade de todos, conforme preconiza o artigo 144 da mesma Constituição (Brasil, 1988). Segundo Zaffaroni (2017), a segurança pública deve ser entendida em sua dimensão democrática, voltada à proteção dos cidadãos e à garantia de seus direitos fundamentais, e não apenas à repressão penal.

Atualmente, observa-se uma crescente presença das Tecnologias Exponenciais na sociedade, transformando não apenas hábitos cotidianos, mas também a forma como se lida com questões fundamentais, como a segurança pública. Essas tecnologias, caracterizadas pelo crescimento acelerado e impacto disruptivo, incluem Inteligência Artificial, Big Data, Blockchain e a Internet das Coisas (IoT). Como pontua Magrani (2018, p. 15):

Internet das Coisas é muito mais que uma geladeira conectada. É a progressiva automatização de setores inteiros da economia e da vida social com base na comunicação máquina-máquina: logística, agricultura, transporte de pessoas, saúde, produção industrial e muitos outros.

A Internet das Coisas (IoT) tem se mostrado uma ferramenta importante na promoção da segurança, permitindo a integração de sensores, dispositivos e sistemas em tempo real. No contexto da segurança automotiva, a IoT possibilita soluções que não apenas monitoram, mas também atuam preventivamente diante de ameaças. A comunicação entre o veículo e o telefone celular do proprietário permite o desenvolvimento de sistemas capazes de enviar alertas via SMS ou ligação telefônica diante de tentativas de furto ou acesso indevido ao automóvel. Em casos de roubo, o sistema pode ser programado para bloquear a parte elétrica do veículo, impedindo a continuidade do delito e aumentando as chances de recuperação do bem. Estudos demonstram que a implementação de tecnologias baseadas em IoT, como rastreamento em tempo real e monitoramento remoto, contribui significativamente para a redução de incidentes e o aumento da eficiência operacional na gestão de frotas veiculares (Silva; Santos, 2024).

Além disso, iniciativas como essas dialogam diretamente com o conceito de Cidades Inteligentes (Smart Cities), que utilizam a tecnologia para otimizar os serviços urbanos, melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e promover maior segurança pública. Segundo Sales e Lui (2023), a integração de tecnologias como IoT e Inteligência Artificial aos sistemas de segurança pública tem o potencial de melhorar a eficiência operacional, permitindo respostas mais rápidas e precisas a incidentes, além de reduzir a criminalidade por meio de sistemas preditivos e monitoramento em tempo real.

Portanto, é possível afirmar que o uso da Internet das Coisas no combate à criminalidade representa uma inovação promissora no campo da segurança pública, alinhada aos princípios constitucionais e ao avanço tecnológico da sociedade contemporânea.

1.1 Questões da pesquisa

A segurança pública tem sido uma das maiores preocupações da sociedade contemporânea, especialmente quando se trata da proteção de bens de alto valor agregado. Entre esses bens, os veículos automotivos se destacam não apenas por seu valor econômico, mas também por integrarem tecnologias embarcadas como computadores de bordo, GPS, centrais multimídia e sistemas inteligentes de direção e frenagem (Magrani, 2018). Esses elementos tornam o veículo mais atrativo, mas também mais vulnerável à ação de criminosos.

O furto ou roubo de veículos e de objetos deixados em seu interior está frequentemente associado à visibilidade de itens de valor ou ao destaque de acessórios atrativos instalados no automóvel. Situações como um notebook deixado sobre o banco ou um sistema de som automotivo sofisticado exposto podem aumentar significativamente o risco de abordagens criminosas. Além disso, fatores como o modelo do carro, seu estado de conservação e a localização onde está estacionado influenciam diretamente na probabilidade de ocorrência de delitos. Estudos como o de Ventorim e Netto (2023) evidenciam a relação entre elementos urbanos e padrões criminais, revelando que a criminalidade é moldada por variáveis espaciais, sociais e comportamentais. Já Feltran e Fromm (2020) discutem como objetos de valor, especialmente veículos, circulam nos mercados ilícitos e se tornam alvos preferenciais em determinadas dinâmicas urbanas.

Devido ao aumento expressivo das ocorrências de furtos e roubos de veículos, empresas de segurança passaram a investir no desenvolvimento de sistemas de alarme com o objetivo de inibir ou dificultar esse tipo de crime. Dispositivos que utilizam sensores de presença, sensores ultrassônicos, sensores de pressão e detectores de quebra de vidro tornaram-se amplamente disponíveis no mercado automotivo. Contudo, apesar desses avanços, os criminosos continuam encontrando maneiras de contornar tais mecanismos, o que revela a limitação dos sistemas convencionais diante das novas estratégias adotadas por infratores. Segundo Magrani (2018), a sofisticação crescente dos dispositivos conectados, como os sistemas de IoT aplicados à segurança, busca justamente responder a essa lacuna, oferecendo maior integração, monitoramento remoto e capacidade de reação em tempo real.

Nesse cenário, surge a seguinte questão: considerando a evolução das telecomunicações, da computação embarcada e da Internet das Coisas (IoT), é possível desenvolver um sistema de alarme automotivo mais eficaz, que atue de forma inteligente e em tempo real? Essa pergunta norteia a presente pesquisa, que busca aliar tecnologia e segurança pública em um contexto de inovação e proteção ao cidadão.

1.2 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral deste estudo é desenvolver um sistema de segurança automotiva inteligente, baseado em comunicação móvel, que funcione de forma integrada ao alarme do veículo e seja capaz de monitorar e responder a tentativas de furto ou roubo por meio do envio de SMS ao proprietário.

Como objetivos específicos, busca-se:

- Detectar a presença de uma pessoa nas proximidades do veículo utilizando um sensor de presença, componente amplamente empregado em sistemas de vigilância e automação residencial;
- Integrar o sensor a um microcontrolador Arduino Uno, que será responsável por processar o sinal recebido e coordenar as ações subsequentes do sistema;
- Utilizar o módulo A7670SA para realizar o envio de mensagem SMS para o celular do proprietário, estabelecendo uma comunicação direta entre o veículo e o usuário;
- Acionar um alarme sonoro e realizar o bloqueio do sistema elétrico do veículo

como resposta imediata à detecção de presença, dificultando a ação do infrator;

- Permitir que, em situações de assalto, o usuário envie um SMS para o sistema, ativando remotamente o alarme sonoro e o bloqueio do sistema elétrico, mesmo à distância.

A proposta visa oferecer uma solução tecnológica de fácil implementação, com componentes acessíveis, baixo custo e atuação em tempo real, agregando maior efetividade e inovação aos sistemas de segurança automotiva convencionais.

1.3 Justificativa

A intensificação dos roubos e furtos de veículos nas áreas urbanas constitui uma preocupação crescente, impactando diretamente a qualidade de vida da população ao gerar prejuízos materiais, medo e sensação de insegurança. De acordo com Ventorim e Netto (2023), a criminalidade urbana está fortemente relacionada a fatores territoriais e sociais, sendo influenciada por padrões de localização e exposição ao risco. Embora sistemas de alarme convencionais estejam amplamente disseminados, sua eficácia tem sido questionada, já que muitos criminosos conhecem suas limitações e vulnerabilidades.

Com o avanço da tecnologia, especialmente no campo das telecomunicações e da automação, novas possibilidades surgem para o desenvolvimento de soluções mais robustas e eficazes. Conforme destaca Magrani (2018), a integração entre dispositivos físicos e sistemas digitais por meio da Internet das Coisas permite a criação de ambientes mais seguros e inteligentes, inclusive no setor automotivo.

Soluções baseadas em Internet das Coisas (IoT) têm se destacado por fornecer informações em tempo real, reduzir o tempo de resposta diante de ameaças e permitir o controle remoto de dispositivos. Essas características são fundamentais para o combate à criminalidade urbana e para a proteção patrimonial. De acordo com Magrani (2018), a IoT permite a criação de sistemas de segurança mais eficientes, com sensores inteligentes que detectam movimentos, mudanças de temperatura e sons, acionando alarmes e enviando notificações instantâneas aos usuários. Além disso, a integração de dispositivos conectados possibilita uma resposta mais ágil e coordenada a incidentes de segurança. Essas inovações representam uma alternativa promissora aos alarmes convencionais, promovendo maior integração entre homem e máquina.

1.4 Delimitação da pesquisa

A presente pesquisa concentra-se na Região Metropolitana de São Paulo, área que, apesar de registrar uma redução nos índices de roubos e furtos de veículos em 2024, ainda apresenta números expressivos que justificam a necessidade de soluções inovadoras em segurança automotiva. De acordo com dados levantados pela Ituran Brasil, com base em registros da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo, entre janeiro e outubro de 2024, foram contabilizadas 55.844 ocorrências de roubos e furtos de veículos na região, representando uma queda de 17% em relação ao mesmo período de 2023.

A capital paulista concentrou 29.328 dessas ocorrências, evidenciando uma redução de 14% em comparação ao ano anterior. Cidades do ABC Paulista, como Santo André e São Bernardo do Campo, também registraram diminuições significativas nos índices de criminalidade veicular, com quedas de 28% e 23%, respectivamente.

No entanto, mesmo com a tendência de queda, a magnitude dos números ressalta a importância de medidas preventivas e de resposta rápida para a proteção dos veículos e a segurança dos cidadãos. A implementação de tecnologias avançadas, como sistemas de alarme integrados a dispositivos móveis, torna-se essencial para enfrentar os desafios impostos pela criminalidade na região.

1.5 Estruturação do trabalho

Este TCC aborda o desenvolvimento de um sistema de segurança automotiva baseado em sensores de presença e comunicação GSM, utilizando a plataforma Arduino. O trabalho está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Apresenta uma visão geral do tema abordado, destacando a relevância do projeto no contexto atual de segurança automotiva. São discutidas as motivações para o desenvolvimento do sistema, os objetivos da pesquisa e a justificativa do trabalho, com ênfase no impacto que a solução pode trazer para a segurança pública e privada. Também é destacada a delimitação do escopo e os objetivos específicos do projeto.

- **Capítulo 2 – Fundamentos teóricos:** Este capítulo oferece uma visão geral sobre a Internet das Coisas (IoT), seus avanços e aplicações, especialmente no campo da segurança. Apresenta as tecnologias e os conceitos que sustentam o uso de sensores e comunicação via GSM, com ênfase na importância dessa integração para sistemas de monitoramento veicular.
- **Capítulo 3 – Referencial teórico:** Neste capítulo, são apresentados os conceitos técnicos fundamentais para a construção do sistema de segurança, incluindo os componentes eletrônicos utilizados (Arduino, sensores de presença, módulo A7670SA, etc.) e as tecnologias aplicadas na programação e integração desses componentes.
- **Capítulo 4 – Metodologia:** O capítulo descreve detalhadamente os procedimentos metodológicos adotados para a criação do protótipo, incluindo a definição dos requisitos do sistema, a escolha dos componentes, a montagem do circuito, o desenvolvimento do código e os testes realizados para validar o funcionamento do sistema. Cada etapa do processo é explicada com ênfase na experimentação e validação prática.
- **Capítulo 5 – Resultados e discussão:** Apresenta os resultados obtidos a partir dos testes realizados com o protótipo, destacando o desempenho do sistema em termos de detecção de presença, ativação do alarme, comunicação com o proprietário e outros aspectos operacionais. Também são discutidas as limitações observadas durante os testes e as possibilidades de expansão do sistema, como a inclusão de novos sensores e a integração com tecnologias mais avançadas.
- **Capítulo 6 – Conclusão:** O capítulo final sintetiza as conclusões do trabalho, destacando a viabilidade técnica e econômica do sistema de segurança automotiva desenvolvido. São apontadas as limitações do projeto e propostas para futuras melhorias, além de se refletir sobre a contribuição do projeto para o campo da segurança automotiva e o uso de tecnologias emergentes para a prevenção de crimes.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos fundamentais que sustentam o desenvolvimento do sistema de segurança automotiva baseado em Internet das Coisas (IoT), além das tecnologias envolvidas, com foco na sua aplicação para segurança veicular. O primeiro tópico aborda a evolução da Internet das Coisas e seu impacto nas soluções tecnológicas, seguida pela explicação dos sistemas de segurança automotiva e suas necessidades, e, finalmente, a integração dessas tecnologias no contexto de segurança veicular.

2.1 Internet das coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à conexão de dispositivos físicos à internet, permitindo que esses dispositivos coletem e compartilhem dados sem a intervenção humana direta. A tecnologia tem avançado de forma significativa nos últimos anos, impulsionada pela miniaturização de sensores, maior capacidade de processamento e conectividade de rede mais rápida e acessível. De acordo com Ashton (2009), o conceito de IoT se originou da ideia de integrar o mundo físico com sistemas de computação através de sensores e atuadores conectados à internet.

A IoT tem sido aplicada em diversas áreas, incluindo saúde, agricultura, indústria e segurança. A sua relevância no campo da segurança automotiva está ligada à capacidade de monitorar e controlar veículos de forma remota, fornecendo uma camada extra de proteção contra furtos e invasões. Como destacado por Gubbi *et al.* (2013), a IoT não só conecta dispositivos, mas também integra sensores inteligentes, que são fundamentais para sistemas de segurança como o desenvolvido neste trabalho.

2.2 Segurança automotiva

A segurança automotiva tem evoluído significativamente com o avanço da tecnologia, sendo agora um campo em que a tecnologia de ponta desempenha um papel crucial. Tradicionalmente, os sistemas de segurança em veículos eram limitados a dispositivos como alarmes sonoros e sistemas de imobilização, mas, com o advento das tecnologias conectadas, novas soluções têm sido introduzidas. De acordo com

Gubbi *et al.* (2013), a Internet das Coisas tem viabilizado a criação de sistemas inteligentes capazes de monitorar, detectar e responder a eventos em tempo real, o que transforma profundamente a maneira como a segurança é aplicada no contexto automotivo.

Segundo Guan *et al.* (2022), a segurança automotiva moderna envolve uma combinação de sensores, câmeras e tecnologia de rastreamento, com o objetivo de prevenir furtos e melhorar a resposta a incidentes. A introdução da Internet das Coisas (IoT) na segurança veicular possibilita uma interação mais sofisticada e em tempo real entre os proprietários e seus veículos, como o envio de alertas para smartphones quando uma violação é detectada, aumentando significativamente a eficácia das medidas preventivas.

As soluções modernas também incluem sistemas de rastreamento GPS, que podem ser utilizados para localizar um veículo em caso de roubo. Além disso, o uso de redes celulares, como o GSM, continua sendo uma alternativa viável e acessível para sistemas de segurança veicular de baixo custo, especialmente em projetos que visam maior simplicidade e cobertura. Segundo Mukhopadhyay *et al.* (2018), sistemas baseados em IoT que utilizam módulos GSM são eficazes para enviar alertas em tempo real e realizar rastreamento remoto, tornando-se uma opção atrativa para contextos de segurança automotiva econômica.

2.3 Sistemas de comunicação GSM e IoT

O GSM (Global System for Mobile Communications) é uma tecnologia amplamente utilizada para comunicação móvel em sistemas IoT, especialmente quando não há disponibilidade de redes Wi-Fi. Essa tecnologia permite que dispositivos se comuniquem a longas distâncias utilizando a infraestrutura de telefonia móvel existente. Segundo Pawar *et al.* (2015), o uso de redes GSM é uma opção eficiente e acessível para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento e segurança, como em veículos, onde a conectividade constante é essencial para garantir respostas rápidas em situações de risco.

A integração do módulo A7670SA com o microcontrolador Arduino Uno é uma solução comum e econômica para projetos de segurança automotiva. Essa combinação permite o envio de mensagens SMS ou chamadas automáticas quando há detecção de eventos como arrombamento ou movimentação suspeita. Conforme

demonstrado por Dhawan, Kamboj e Singh (2020), sistemas que utilizam módulos GSM e GPS acoplados ao Arduino são capazes de fornecer rastreamento em tempo real e alertas automáticos ao proprietário do veículo, aumentando a eficácia da resposta a incidentes de segurança.

2.4 Sensores de presença e segurança

Os sensores de presença são dispositivos cruciais para sistemas de segurança automotiva, principalmente para detectar intrusões ou atividades não autorizadas no interior do veículo. Existem diversos tipos de sensores que podem ser utilizados, como sensores infravermelhos, ultrassônicos e capacitivos. No contexto do presente trabalho, o sensor de presença (IR) é escolhido devido à sua capacidade de detectar movimento com baixo custo e alta eficiência.

Segundo Mukalaf *et al.* (2023), sensores infravermelhos são amplamente empregados em projetos de segurança veicular devido à sua capacidade de identificar movimentos de corpos com emissão de calor, como seres humanos. No sistema proposto, utiliza-se um sensor de barreira óptica IR que, ao detectar a presença de um intruso, ativa imediatamente o alarme e envia uma notificação ao proprietário do veículo via módulo de comunicação GSM, contribuindo para uma resposta mais ágil à ameaça.

2.5 Aplicações de IoT em sistemas de segurança

As aplicações da IoT em sistemas de segurança têm sido amplamente estudadas e desenvolvidas. Em um estudo de Miorandi *et al.* (2012), são destacados os benefícios da aplicação da IoT em sistemas de segurança, como o aumento da automação e a melhoria da eficiência na resposta a incidentes. No caso dos sistemas de segurança automotiva, a IoT permite que o proprietário do veículo tenha controle remoto e acesso em tempo real a informações sobre a segurança do seu carro.

A integração de sistemas de sensores com a rede GSM proporciona um nível elevado de automação e controle remoto, permitindo a detecção rápida de intrusões e a comunicação imediata com o proprietário do veículo. Essa abordagem destaca-se pelo baixo custo e pela simplicidade de implementação, o que a torna uma alternativa viável para sistemas de segurança acessíveis. Segundo Mukhopadhyay *et al.* (2018),

sistemas baseados em IoT que utilizam módulos GSM, como o A7670SA, são eficazes em soluções de monitoramento veicular, sobretudo por sua capacidade de enviar alertas em tempo real por SMS, mesmo em áreas sem cobertura Wi-Fi.

2.6 Desafios e futuro da segurança automotiva com IoT

Embora a integração da IoT na segurança automotiva traga grandes benefícios, também existem desafios importantes a serem superados, como a dependência do sinal GSM, a escassez de conectividade em determinadas áreas e as limitações de processamento dos microcontroladores utilizados nesses sistemas. A utilização de redes 5G, por exemplo, poderia permitir uma comunicação mais rápida, confiável e com menor latência, mas ainda não está amplamente disponível fora dos grandes centros urbanos.

Segundo Whaiduzzaman *et al.* (2022), tecnologias emergentes como o 5G, Wi-Fi 6 e LPWAN têm o potencial de transformar a infraestrutura das cidades inteligentes, incluindo os sistemas de segurança veicular, ao oferecer conectividade mais estável, cobertura estendida e suporte a um maior número de dispositivos IoT.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os principais conceitos teóricos que sustentam o desenvolvimento deste projeto, abordando aspectos relacionados à segurança pública, à aplicação da tecnologia na prevenção de crimes e à utilização da Internet das Coisas (IoT) em sistemas de segurança veicular. Ao reunir autores e estudos de diferentes áreas do conhecimento, busca-se construir um arcabouço teórico capaz de fundamentar as decisões técnicas e metodológicas adotadas.

3.1 Segurança pública e tecnologia

A segurança pública é uma das maiores preocupações da sociedade contemporânea, especialmente nos grandes centros urbanos. A urbanização acelerada, a desigualdade social e a expansão desordenada das cidades contribuem significativamente para o aumento da criminalidade e para a complexificação dos desafios enfrentados pelos órgãos de segurança. Segundo Cano (2017), a ineficiência das políticas públicas tradicionais e a ausência de estratégias integradas agravam o problema da violência urbana no Brasil.

Nesse cenário, o uso de tecnologias aplicadas à segurança tem ganhado destaque tanto em iniciativas governamentais quanto em soluções privadas. Tecnologias como câmeras de videomonitoramento, sensores de presença, sistemas de reconhecimento facial e ferramentas de análise de dados vêm sendo implementadas em cidades inteligentes como instrumentos para prevenir crimes e melhorar a resposta das autoridades. De acordo com Azevedo, Riccio e Ruediger (2011), a adoção de tecnologias da informação e comunicação (TICs) na segurança pública pode aumentar a eficiência das ações policiais e contribuir para a redução da violência.

No âmbito veicular, a segurança também se tornou um tema central, com a evolução dos sistemas antifurto, rastreadores e alarmes. A integração de recursos tecnológicos aos veículos tem sido incentivada tanto pelo setor automotivo quanto pelas seguradoras, que reconhecem o potencial dessas soluções para mitigar riscos e aumentar a eficiência na recuperação de bens (Guan *et al.*, 2022).

3.2 A internet das coisas como ferramenta de prevenção

A Internet das Coisas (IoT) surge como uma das principais ferramentas para a criação de soluções inteligentes em diversas áreas, incluindo a segurança. Ao permitir a comunicação entre dispositivos, sensores e sistemas por meio da internet, a IoT possibilita a automação de processos e o monitoramento remoto de ambientes, veículos e pessoas em tempo real. Essa conectividade contínua permite que os sistemas se tornem mais proativos e adaptáveis, reduzindo o tempo de resposta e aumentando a eficácia das medidas preventivas (Magrani, 2018).

De acordo com Whaiduzzaman *et al.* (2022), a IoT representa uma evolução significativa na forma como os dados são coletados, processados e utilizados. Em sistemas de segurança, essa capacidade é fundamental para gerar alertas instantâneos, acionar mecanismos de defesa e fornecer evidências digitais em casos de ocorrências. A conectividade entre dispositivos permite que os sistemas se tornem mais dinâmicos e rápidos, aumentando a eficácia das respostas às situações de risco.

No contexto automotivo, a IoT pode ser aplicada de várias formas: desde o rastreamento por GPS, o acionamento remoto de alarmes, até o bloqueio do motor em caso de roubo. Conforme Pawar *et al.* (2015), a integração entre sensores e módulos de comunicação GSM permite a construção de soluções de baixo custo, mas com alto impacto em termos de monitoramento e resposta a incidentes. Esses sistemas são especialmente relevantes em países como o Brasil, onde os índices de furto e roubo de veículos ainda são elevados.

3.3 Microcontroladores e módulos de comunicação

Para a viabilidade técnica de projetos baseados em IoT, é essencial compreender o papel dos microcontroladores e módulos de comunicação. O Arduino Uno, utilizado neste projeto, é um microcontrolador amplamente difundido devido à sua simplicidade, baixo custo e ampla documentação. Ele permite a leitura de sensores, o controle de dispositivos e a comunicação com outros módulos, como o GSM A7670SA. O módulo A7670SA, por sua vez, é responsável pela comunicação GSM (Global System for Mobile Communications), permitindo que o sistema envie mensagens de texto (SMS) e realize chamadas telefônicas. A combinação entre o Arduino Uno e o A7670SA viabiliza a construção de sistemas autônomos de notificação, ideais para aplicações em locais remotos ou em situações em que não há acesso a redes Wi-Fi (Pawar *et al.*, 2015).

3.4 Arduino Uno

O Arduino Uno é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto amplamente utilizada em projetos de automação e Internet das Coisas (IoT). Baseado no microcontrolador ATmega328P, o dispositivo permite a integração de sensores, atuadores e módulos de comunicação, possibilitando a coleta e o processamento de dados em tempo real. Sua arquitetura aberta, associada a uma vasta comunidade de desenvolvedores, oferece facilidade de programação e baixo custo, tornando-o uma escolha estratégica para aplicações de segurança automotiva que exigem confiabilidade e escalabilidade (Banzi, 2011).

3.5 Módulo A7670SA

O A7670SA é um módulo de comunicação celular que suporta as tecnologias GSM, GPRS, LTE Cat-1 e SMS, permitindo o envio de mensagens e dados em tempo real para sistemas externos. Sua principal vantagem está na capacidade de operar em diferentes faixas de frequência e oferecer comunicação estável em ambientes urbanos, viabilizando alertas imediatos em casos de detecção de movimento ou violação do veículo. Além disso, o baixo consumo de energia e a compatibilidade com microcontroladores como o Arduino tornam o A7670SA uma solução eficiente para aplicações de monitoramento remoto e segurança veicular.

3.6 Limitações técnicas e possibilidades futuras

Apesar das inúmeras vantagens da aplicação da IoT na segurança veicular, é importante reconhecer algumas limitações técnicas, principalmente relacionadas ao processamento de dados multimídia. O Arduino Uno, por exemplo, possui restrições em termos de memória e velocidade de processamento, o que impede a manipulação de imagens ou vídeos em tempo real. Como destaca Silva (2019), para funcionalidades como envio de imagens via MMS ou captura de vídeo, é necessário utilizar dispositivos com maior capacidade de processamento, como o Raspberry Pi ou microcontroladores com suporte a câmeras embarcadas.

Ainda assim, mesmo com essas limitações, projetos baseados em

microcontroladores simples podem oferecer soluções eficientes e acessíveis, especialmente quando combinados com sensores e módulos bem integrados. A constante evolução dos componentes eletrônicos e das bibliotecas de programação tende a ampliar as possibilidades de uso desses sistemas em aplicações práticas.

4 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do sistema de segurança automotiva baseado em IoT. A proposta é construir um protótipo funcional capaz de detectar presença no interior do veículo e acionar mecanismos de alerta via SMS, utilizando componentes eletrônicos de baixo custo, como o Arduino Uno e o módulo A7670SA. A abordagem metodológica utilizada é de caráter experimental, com ênfase na prototipagem e na validação prática do sistema. O processo foi dividido em etapas: definição de requisitos, escolha dos componentes, desenvolvimento do circuito, programação do microcontrolador, testes e validação. A seguir, cada etapa é descrita com detalhes.

4.1 Definição dos requisitos

Inicialmente, foram definidos os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Os requisitos funcionais compreendem as ações que o sistema deve executar, tais como:

- Detectar a presença de um corpo estranho no interior do veículo;
- Acionar um alarme sonoro e visual;
- Interromper o funcionamento simulado do sistema elétrico do veículo;
- Enviar uma notificação por SMS e realizar uma ligação para o proprietário do veículo.

Os requisitos não funcionais, por sua vez, incluem a baixa complexidade de implementação, custo acessível e possibilidade de operação independente de rede Wi-Fi, utilizando apenas rede GSM.

4.2 Escolha dos Componentes

Para atender aos requisitos propostos, optou-se pelos seguintes componentes:

- Arduino Uno: microcontrolador central responsável pelo controle lógico do sistema;

Figura 1 – Arduino Uno



Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

- Módulo A7670SA: encarregado da comunicação via SMS;

Figura 2 – Módulo A7670SA



Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

- Sensor de presença (PIR HC-SR501): utilizado para detectar movimentação dentro do veículo;

Figura 3 – Sensor de presença



Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

- Buzzer: simula o alarme sonoro;

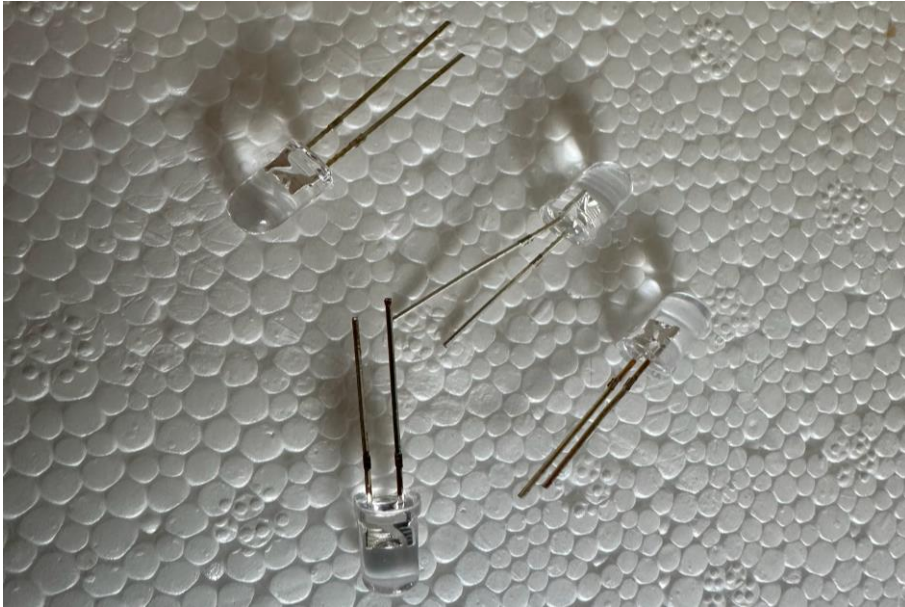
Figura 4 – Buzzer



Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

- LED's: representa o acionamento visual, simulando os faróis do veículo;

Figura 5 – LED's



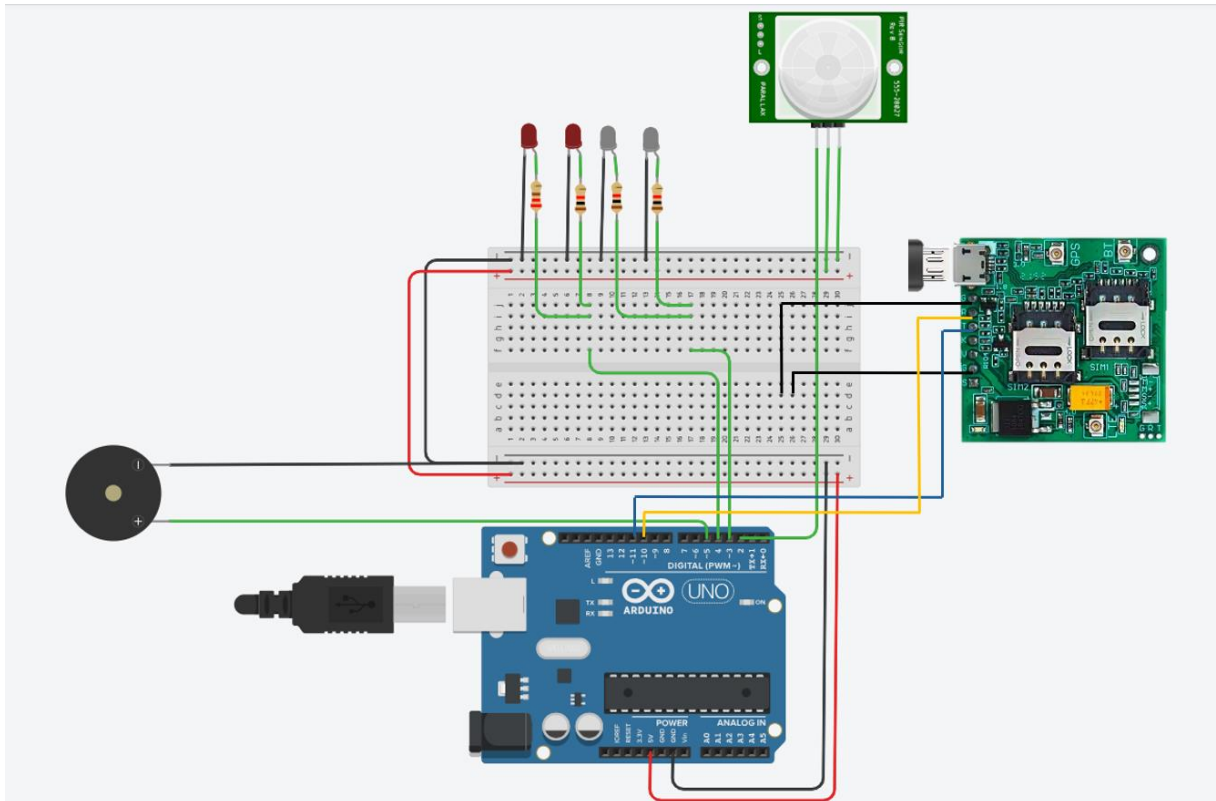
Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

Esses elementos foram escolhidos devido à compatibilidade com o Arduino, à disponibilidade no mercado e ao custo reduzido, favorecendo a construção de um protótipo funcional e viável economicamente.

4.3 Montagem do circuito

O circuito foi montado sobre uma protoboard, conectando-se os sensores, atuadores e o módulo de comunicação ao Arduino Uno. O sensor de presença foi posicionado de forma a simular a invasão no veículo; quando acionado, ele ativa os mecanismos de alarme e notificação. O buzzer e o LED's são ativados simultaneamente, enquanto os LED's brancos são desligados e os Vermelhos ligados (simulando o corte elétrico) por meio de um sinal digital enviado pelo Arduino Uno. O módulo GSM A767S0SA, por sua vez, é alimentado separadamente e se comunica com o microcontrolador via portas seriais.

Figura 6 – Circuito Elétrico



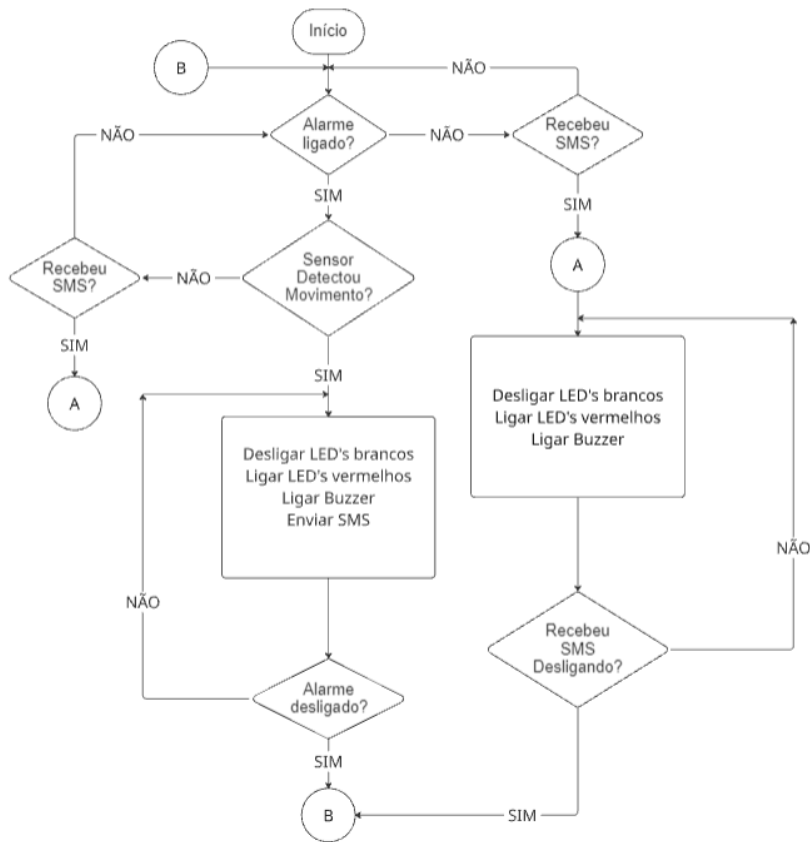
Fonte: Elaborado pelo autor do projeto, 2025.

4.4 Desenvolvimento do código

A lógica de controle foi implementada na linguagem C/C++, utilizando a IDE do Arduino. A programação segue uma estrutura condicional que monitora continuamente o estado do sensor de presença. Quando o sensor é ativado, o programa executa as seguintes ações sequenciais:

1. Ativa o alarme (Buzzer);
2. Desliga os LED's brancos e liga os vermelhos (simulação de corte elétrico);
3. Envia uma mensagem SMS para o número do proprietário.

Figura 7 – Fluxograma



Fonte: Autor do projeto, 2025

4.5 Teste e validação

Os testes foram realizados em ambiente controlado, simulando a violação do veículo por meio da interrupção o sensor de presença. Os critérios de validação incluíram:

- Detecção eficaz da presença;
- Tempo de resposta do alarme;
- Envio correto da mensagem SMS;

Durante os testes, o sistema demonstrou bom desempenho na execução de todas as funções esperadas. Foram observadas pequenas variações de tempo no envio de SMS, devido à oscilação do sinal GSM, fato considerado aceitável dentro dos limites do projeto.

Simulação do projeto: [Simulação - Alarme Automotivo via SMS.mp4 - Google Drive](#)

4.6 Considerações metodológicas

A metodologia adotada neste trabalho privilegia a experimentação e a construção prática, características fundamentais em projetos de engenharia e sistemas embarcados. A limitação de recursos computacionais impôs restrições ao escopo do projeto, mas também incentivou soluções criativas e eficientes. Vale destacar que este protótipo constitui uma prova de conceito, e não um produto comercial final. Seu objetivo é demonstrar a viabilidade técnica de se aplicar conceitos da Internet das Coisas à segurança veicular, oferecendo uma base para futuras melhorias e expansões, como a inclusão de GPS, sensores adicionais ou conectividade via Wi-Fi ou LoRa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da implementação e testes do sistema de segurança automotiva proposto, bem como uma análise crítica sobre seu desempenho, limitações e possíveis melhorias. O objetivo é verificar se os requisitos previamente definidos foram atendidos de forma satisfatória, e discutir o potencial de aplicação prática da solução desenvolvida.

5.1 Funcionamento do sistema

O sistema foi montado conforme descrito na metodologia, sendo testado em condições simuladas para avaliar sua funcionalidade. Os principais eventos testados foram:

- **Detecção de presença:** O sensor de presença (PIR) identificou com sucesso a movimentação no interior do veículo, simulando a entrada de um invasor no veículo.
- **Ativação do alarme:** O buzzer e os LED's vermelhos foram acionados instantaneamente, indicando uma resposta rápida à violação simulada.
- **Comunicação GSM:** O módulo A7670SA enviou uma mensagem de texto (SMS) para o número cadastrado, com boa taxa de sucesso na comunicação.

O tempo de resposta do sistema entre a detecção da presença e o envio da mensagem variou entre 5 e 8 segundos, dependendo da qualidade do sinal GSM no local do teste. Esse tempo foi considerado satisfatório para fins de notificação imediata ao proprietário.

5.2 Validação dos requisitos

Quadro 1 - Validação dos requisitos do sistema

Requisito	Atendido?	Observações
Detecção de presença	Sim	Sensor de presença PIR responde de forma precisa e imediata.
Ativação de alarme sonoro e visual	Sim	Alarme (buzzer e LED) acionado instantaneamente.
Envio de SMS	Sim	Comunicação via A7670SA ocorreu sem falhas graves.
Operação sem Wi-Fi	Sim	Sistema totalmente funcional usando apenas GSM.
Baixo custo	Sim	Todos os componentes são acessíveis no mercado nacional.

Fonte: Autor do projeto, 2025

5.3 Limitações observadas

Durante os testes e análise do sistema, algumas limitações foram identificadas:

- Dependência de sinal GSM: Em locais com sinal fraco ou instável, a mensagem pode atrasar. Isso afeta diretamente a confiabilidade da comunicação.
- Ausência de geolocalização: A versão atual do sistema não inclui GPS, o que impede o rastreamento do veículo em caso de roubo.
- Capacidade limitada do Arduino Uno: O microcontrolador não possui capacidade para processar imagens, dificultando a integração com câmeras ou sensores mais avançados.
- Alimentação contínua: O sistema requer alimentação constante, o que pode representar um consumo adicional de bateria do veículo.

Essas limitações, embora esperadas em um protótipo de baixo custo, não inviabilizam sua aplicação prática, especialmente em contextos em que a prevenção e a dissuasão são prioridades.

5.4 Potencial de expansão

Apesar das limitações, o sistema apresenta grande potencial para expansão e melhorias. Algumas possibilidades incluem:

- **Integração com GPS:** Para permitir a localização do veículo em tempo real,

especialmente útil em situações de furto ou sequestro.

- **Adoção de microcontroladores mais avançados:** Como o ESP32, que permite integração com Wi-Fi e Bluetooth, além de suportar sensores mais robustos.
- **Desenvolvimento de um aplicativo complementar:** Para que o proprietário possa visualizar o status do veículo em tempo real, configurar alertas personalizados ou acionar comandos remotos.
- **Integração com sensores adicionais:** Como sensores de impacto, abertura de portas, movimento e câmeras, aumentando o nível de proteção.

5.5 Análise crítica

O sistema desenvolvido mostrou-se funcional dentro dos limites propostos e apresenta viabilidade técnica e econômica para ambientes que não requerem tecnologias mais complexas. Trata-se de uma solução acessível, de fácil implementação, e com capacidade real de servir como um obstáculo adicional contra furtos de veículos.

Além disso, o projeto reforça a importância da aplicação prática de conceitos da Internet das Coisas na área da segurança pública, contribuindo para o desenvolvimento de soluções tecnológicas com impacto direto no cotidiano das pessoas.

6 CONCLUSÃO

A implementação do sistema de segurança automotiva desenvolvido neste trabalho demonstrou a viabilidade de integrar sensores de presença, o módulo A7670SA e a plataforma Arduino Uno em uma solução de baixo custo e alta aplicabilidade. Os testes realizados comprovaram a eficiência do envio de alertas em tempo real por meio de comunicação GSM, possibilitando uma resposta imediata em situações de risco, o que contribui diretamente para a prevenção de furtos e a proteção patrimonial.

Além de atender aos objetivos propostos, o projeto evidenciou o potencial da Internet das Coisas no contexto da segurança veicular, mostrando que tecnologias acessíveis podem oferecer resultados expressivos em termos de monitoramento e controle. Como limitação, identificou-se a dependência da qualidade do sinal de rede GSM e a necessidade de otimização do consumo energético para uso prolongado em ambientes com restrição de alimentação elétrica.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a incorporação de módulos GPS para rastreamento em tempo real, integração com redes 5G para maior velocidade e confiabilidade de comunicação, além do desenvolvimento de um aplicativo móvel que possibilite o acompanhamento do status do veículo pelo usuário. Tais aprimoramentos podem ampliar significativamente a robustez e a aplicabilidade da solução, reforçando seu papel como ferramenta de prevenção e combate à criminalidade automotiva.

REFERÊNCIAS

ASHTON, Kevin. ***That 'Internet of Things' Thing***. *RFID Journal*, 22 jun. 2009. Disponível em: <https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

AZEVEDO, Sérgio; RICCIO, Eduardo; RUEDIGER, Marco. Gestão da segurança pública no Brasil: a utilização da tecnologia a favor da sociedade. **Revista GETEC**, v. 1, n. 1, p. 1–20, 2011. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2361/1456>. Acesso em: 7 abr. 2025.

BANZI, Massimo. ***Getting Started with Arduino***. Sebastopol: O'Reilly, 2011.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 mar. 2025.

CANO, Ignacio. **Políticas de segurança pública no Brasil**: tentativas de modernização e democratização versus a guerra contra o crime. SUR: Revista Internacional de Direitos Humanos, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 136-155, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/handle/2011/22643>. Acesso em: 7 abr. 2025.

DHAWAN, Raghav; KAMBOJ, Sangeeta; SINGH, Mandeep. ***Development and Implementation of GPS - GSM Technologies based Vehicle Security System***. *International Journal of Advanced Science and Technology*, v. 29, n. 3, p. 11584–11590, 2020. Disponível em: <https://serisc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/29829>. Acesso em: 20 mar. 2025.

FELTRAN, Gabriel; FROMM, Deborah. Ladrões e caçadores: sobre um carro roubado em São Paulo. **Antropolítica** – Revista Contemporânea de Antropologia, n. 50, 22 dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/antropolitica/article/view/43304>. Acesso em: 13 mar. 2025.

GUAN, Tian; HAN, Yi; WANG, Shu; KANG, Nan; NINGYE, Tang; CHEN, Xu. ***An overview of vehicular cybersecurity for intelligent connected vehicles***. *MDPI*, v. 14, n. 9, p. 5211, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5211>. Acesso em: 20 mar. 2025.

GUBBI, Jayavardhana; BUYYA, Rajkumar; MARUSIC, Slaven; PALANISWAMI, Marimuthu. ***Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions***. *Future Generation Computer Systems*, v. 29, n. 7, p. 1645–1660, set. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X13000241>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MAGRANI, Eduardo. **Internet das Coisas**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018. Disponível em: <https://repositorio.fgv.br/server/api/core/bitstreams/b50af2ba-b001-4b1d-a1ad-5df985f6d1bb/content>. Acesso em: 13 mar. 2025.

MIORANDI, D.; SICARI, S.; DE PELLEGRINI, F.; CHLAMTAC, I. *Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges*. **Ad Hoc Networks**, v. 10, n. 7, p. 1497–1516, 2012. DOI: 10.1016/j.adhoc.2012.02.016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570870512000674>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MUKALAF, A. H.; MARHOON, H. M.; SUWARNO, I.; MA'ARIF, A. *Design and Manufacturing of Smart Car Security System with IoT-Based Real-Time Tracking*. **International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering**, v. 11, n. 6s, p. 745–752, 2023. Disponível em: <https://www.ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/2909>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MUKHOPADHYAY, Debajyoti; GUPTA, Megha; ATTAR, Tahesin; CHAVAN, Prajakta; PATEL, Vidhi. *An Attempt to Develop an IoT Based Vehicle Security System*. In: *2018 IEEE International Symposium on Smart Electronic Systems (iSES)*. **IEEE**, 2018. p. 199–202. DOI: 10.1109/iSES.2018.00050. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333348152_An_Attempt_to_Develop_a_n_IOT_Based_Vehicle_Security_System. Acesso em: 20 mar. 2025.

PAWAR, Harsha P. *et al.* *GSM and GPS Based Smart Security System for Vehicles*. **International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)**, v. 4, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.ijert.org/gsm-and-gps-based-smart-security-system-for-vehicles>. Acesso em: 20 mar. 2025.

SALES, Eric Rodrigues de; LUI, Lizandro. Perspectivas sobre segurança pública em cidades inteligentes: uma revisão da literatura de 2002 a 2022. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 22, n. 2, p. 83–101, 2023. DOI: <https://doi.org/10.12660/rgplp.v22n2.2023.88882>. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5680/568076274001/html/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <https://www.ssp.sp.gov.br/estatistica/dados-mensais>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SILVA, Cássio Moreira. **Sistema de controle de apresentação por meio de Raspberry Pi**. Minas Gerais: Monte Carmelo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26247/4/SistemaControleApresenta%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 7 abr. de 2025.

SILVA, Gesner Moreira Honório; SANTOS, Ricardo Augusto Oliveira. Telemetria como ferramenta IoT na gestão da segurança de frotas veiculares. **ARACÊ**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 7692–7709, 2024. DOI: <https://doi.org/10.56238/arev6n3-201>. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/1414>.

Acesso em: 13 mar. 2025.

VENTORIM, F. C.; NETTO, V. M. Criminalidade e espaço urbano: as redes de relação entre crime, vítimas e localização no Rio de Janeiro. **Urbe**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 15, e20220141, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/KNd5wP9wDtRcfsbwJ8DKRqJ/>. Acesso em: 13 mar. 2025.

WHAIDUZZAMAN, M. *et al.* A Review of Emerging Technologies for IoT-Based Smart Cities. **MDPI**, v. 22, n. 23, 2022. DOI: 10.3390/s22239271. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/23/9271>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ZAFFARONI, Eugenio Raúl. **Em busca das penas perdidas: a perda da legitimidade do sistema penal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2017.

APÊNDICE

APÊNDICE A – CÓDIGO DO PROJETO

Segue abaixo o código utilizado para montagem do protótipo do projeto apresentado nesta monografia.

```
#include <SoftwareSerial.h> // Biblioteca para criar uma porta serial em pinos
digitais

// Comunicação com o A7670SA
SoftwareSerial simSerial(10, 11);           // RX (pino 10), TX (pino 11)

// Saídas Arduino
const int sensorPIR = 2;                    // Sensor de Presença (pino 2)
const int ledBranco = 3;                    // LED's brancos (pino 3)
const int ledVermelho = 4;                  // LED's vermelhos (pino 4)
const int buzzer = 5;                       // Buzzer (pino 5)

bool alertaAtivo = false;                   // Flag para controlar estado do alerta
unsigned long ultimoBeep = 0;               // Armazena o tempo do último beep

void setup() {
    pinMode(sensorPIR, INPUT);               // Define o sensor PIR como entrada
    pinMode(ledBranco, OUTPUT);              // LED's brancos como saída
    pinMode(ledVermelho, OUTPUT);            // LED's vermelhos como saída
    pinMode(buzzer, OUTPUT);                 // Buzzer como saída

    digitalWrite(ledBranco, HIGH);           // Liga LED's brancos (modo normal)
    digitalWrite(ledVermelho, LOW);          // Apaga LED's vermelhos (sem alerta)
    digitalWrite(buzzer, LOW);               // Desliga buzzer

    Serial.begin(115200);                    // Inicia comunicação Serial (monitor serial)
    simSerial.begin(115200);                 // Inicia comunicação com o módulo A7670SA
}
```

```

delay(3000);                                // Aguarda inicialização (3 seg.)

fixarBaud115200(); // Garante que o baud rate está correto e reinicia o módulo
inicializarModulo(); // Envia comandos básicos AT para preparar o módulo
}

void loop() {
  if (!alertaAtivo) {                        // SE alerta inativo
    int movimento = digitalRead(sensorPIR); // Lê o sensor de movimento
    verificarSMS();                          // Verifica se chegou algum SMS (alerta "SOS")
    if (movimento == HIGH) {                // SE detectar movimento
      dispararAlerta();                     // Dispara o alerta
      alertaAtivo = true;                   // Marca como alerta ativo
    }
  }
  else {                                    // SE alerta ativo
    verificarSMS();                        // Verifica se chegou algum SMS (reset "0")
    buzzerLoop();                         // Toca o buzzer periodicamente
  }
}

// Função para fixar baud em 115200 e reiniciar módulo
void fixarBaud115200() {
  limparBuffer();                          // Limpa dados residuais
  simSerial.println("AT+IPR=115200");      // Define o baud fixo
  delay(1000);                             // Aguarda 1 seg.
  limparBuffer();                          // Limpa dados residuais
  simSerial.println("AT+CFUN=1,1");        // Reinicia módulo
  delay(5000);                             // Aguarda reinicialização (5 seg.)
  limparBuffer();                          // Limpa dados residuais
}

// Inicializa configurações básicas do módulo
void inicializarModulo() {

```

```

enviarComando("AT", 1000);                // Testa a comunicação
enviarComando("AT+CMGF=1", 1000);          // Define modo texto (SMS)
enviarComando("AT+CSCS=\"GSM\"", 1000);    // Define codificação
enviarComando("AT+CNMI=2,2,0,0,0", 1000); // Define como o módulo notifica
novos SMS
enviarComando("AT+CSCA=\"+551498080500\"", 1000); // Define o centro de
mensagens da operadora
}

```

// Envia comando AT e imprime resposta

```

void enviarComando(const char* cmd, unsigned long delayMs) {
    limparBuffer();                // Limpa o buffer antes de enviar
    simSerial.println(cmd);         // Envia o comando
    delay(delayMs);                // Espera a resposta
}

```

// Limpa buffer do módulo

```

void limparBuffer() {
    while (simSerial.available()) simSerial.read(); // Lê e descarta tudo
}

```

```

void dispararAlerta() {

```

```

    digitalWrite(ledBranco, LOW);        // Apaga LED's brancos
    digitalWrite(ledVermelho, HIGH);     // Acende LED's vermelhos
    beepRapido(3000);                    // Beep inicial

```

```

    bool enviado = enviarSMS();           // Envia SMS
    if (enviado) Serial.println("✅ SMS de alerta enviado com sucesso.");
    else Serial.println("❌ Falha ao enviar SMS de alerta.");
}

```

```

void buzzerLoop() {
    if (millis() - ultimoBeep >= 5000) {

```

```

    beepRapido(2000);                // Beep a cada 5 seg.
    ultimoBeep = millis();
}
}

void beepRapido(int duracaoMs) {
    unsigned long start = millis();
    while (millis() - start < duracaoMs) {
        digitalWrite(buzzer, HIGH);
        delay(100);
        digitalWrite(buzzer, LOW);
        delay(100);
    }
}

bool enviarSMS() {
    delay(3000);
    simSerial.println("AT+CMGS=\"+5511985988172\""); // Número fixo
    delay(1000);
    simSerial.print("Teste SMS Arduino");           // Mensagem enviada
    simSerial.write(26);                             // CTRL+Z (fim do SMS)
    return true;
}

void verificarSMS() {
    while (simSerial.available()) {
        String linha = simSerial.readStringUntil('\n'); // Lê linha até \n
        linha.trim();                                   // Remove espaços
        if (linha.length() > 0) {
            Serial.println("📧 Linha recebida: " + linha);
            linha.toUpperCase();                         // Ignora maiúsc./minúsc.

            if (linha.indexOf("0") != -1) {

```

```

    Serial.println("✅ Código 0 recebido. Resetando sistema...");
    resetarAlerta();
}
else if (linha.indexOf("SOS") != -1) {
    Serial.println("🚨 Comando SOS recebido. Disparando alerta...");
    if (!alertaAtivo) {
        dispararAlerta();
        alertaAtivo = true;
    }
}
}
}

void resetarAlerta() {
    alertaAtivo = false;                // Marca como alerta inativo
    digitalWrite(ledBranco, HIGH);      // Liga LED's brancos
    digitalWrite(ledVermelho, LOW);     // Apaga LED's vermelhos
    digitalWrite(buzzer, LOW);          // Desliga buzzer
}

```