

INTEGRAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE PÂNICO AUTÔNOMOS EM CIDADES INTELIGENTES PARA APOIO A POLÍTICAS PÚBLICAS DE SEGURANÇA

**Lucas Camargo Maximo
Nunes**

Fatec Assis
lucas.nunes32@fatec.sp.gov.br

**Matheus Gonçalves dos
Santos**

Fatec Assis
matheus.santos327@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Este estudo, de caráter teórico-propositivo, propõe um sistema de alerta de pânico pessoal integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes, visando superar a dependência de smartphones em emergências e apoiar políticas públicas de segurança. A solução delineia um dispositivo pessoal com Bluetooth Low Energy (BLE) que se comunica com uma rede de beacons urbanos. Estes retransmitem o alerta e a localização para um servidor central em nuvem para processamento e notificação. A pesquisa, de caráter teórico-propositivo, analisa os componentes, o fluxo de operação, os benefícios – como acionamento independente do smartphone e geração de dados para gestão urbana – e os desafios de implementação. Conclui-se que a abordagem é promissora para a segurança em ambientes urbanos inteligentes.

Palavras-chave: Segurança Pessoal, Botão do Pânico, Bluetooth Low Energy (BLE), Cidades Inteligentes, Internet das Coisas (IoT).

ABSTRACT

This theoretical and propositional study proposes a personal panic alert system integrated into Smart City infrastructure, aiming to overcome smartphone dependency in emergencies and support public safety policies. The solution outlines a personal Bluetooth Low Energy (BLE) device that communicates with a network of urban beacons. These gateways relay the alert and location to a cloud-based central server for processing and notification. The research analyzes the components, operational flow, benefits such as smartphone-independent activation and data generation for urban management – and implementation challenges. It is concluded that the approach is promising for safety in smart urban environments.

Keywords: Personal Safety, Panic Button, Bluetooth Low Energy (BLE), Smart Cities, Internet of Things (IoT)

1 INTRODUÇÃO

Casos como de assédio, violência doméstica, sequestros e outros tipos de agressões geram a necessidade premente de soluções que possam oferecer uma resposta rápida e eficaz em emergências (POLICARPO, 2024). De acordo com Cerqueira e Bueno (2024), o Brasil registrou mais de 46 mil homicídios em 2022, além de 49 mil mulheres assassinadas no período entre 2011 e 2021.

Esse cenário alarmante evidencia a urgência por mecanismos que possibilitem o acionamento imediato de ajuda, especialmente em contextos em que o uso do telefone celular é inviável, perigoso ou simplesmente impossível. Portanto, dispositivos de alerta pessoal, como botões de pânico, surgem como uma alternativa promissora para reforçar a proteção individual e otimizar o acesso a serviços de emergência.

Atualmente, grande parte das soluções de alerta pessoal disponíveis no mercado depende diretamente do uso de smartphones para funcionar. Conforme demonstrado por Ford et al. (2022), que analisaram aplicativos de segurança, a maioria requer interação via smartphone para o envio de alertas. Em situações de risco real, como abordagens violentas, acidentes ou emergências, o smartphone pode ser perdido ou estar inacessível, o que prejudica seriamente a efetividade desses aplicativos, além do acionamento poder não ser discreto.

Essa dependência do celular é um ponto fraco considerável na efetividade dos sistemas de segurança pessoal, sobretudo para públicos vulneráveis como idosos, crianças e mulheres. Isso deixa clara a importância de soluções que ofereçam ao usuário uma forma de acionamento autônoma em relação ao seu smartphone pessoal, operando de maneira discreta, rápida e confiável.

Considerando essas dificuldades, este estudo propõe e investiga um sistema de alerta de pânico integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes. A solução é um pequeno dispositivo pessoal (semelhante a um chaveiro) com tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE) que, ao ser acionado, comunica-se com uma rede de receptores (beacons) instalados em postes ou outras estruturas urbanas. Esses receptores, então, transmitem o sinal de alerta, juntamente com a localização do incidente, para um servidor central através da internet (utilizando, por exemplo, Wi-Fi ou conectividade celular própria do poste). O servidor central, então, avisa os contatos de emergência cadastrados e as autoridades competentes, como a guarda municipal ou a polícia, disponibilizando a localização em um painel de controle para os operadores da cidade.

O objetivo geral deste estudo é investigar e evidenciar o avanço tecnológico proporcionado por dispositivos de SOS portáteis que, utilizando tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE) para comunicação com uma infraestrutura de beacons, operam de forma independente de smartphones para o acionamento do alerta e se integram às Cidades Inteligentes para reforçar a segurança pública. Para isso, o trabalho se propõe a alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Justificar a relevância de um sistema de alerta de pânico integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes, utilizando dispositivos BLE e redes de beacons, para superar as limitações das soluções convencionais e aumentar a segurança urbana.
- Analisar as tecnologias componentes do sistema proposto, incluindo o dispositivo de pânico pessoal com BLE, a comunicação com a rede de beacons, as tecnologias de conectividade dos gateways e as estratégias de geolocalização.

A importância deste estudo vale tanto no aspecto social quanto no tecnológico. Do ponto de vista social, o desenvolvimento e a implementação de um sistema de alerta como o proposto podem significar um grande passo na proteção de indivíduos em situação de vulnerabilidade. Em um cenário marcado por altos índices de criminalidade, proporcionar meios eficazes, discretos e rápidos de solicitar ajuda pode salvar vidas, reduzir danos e apoiar ações concretas de gestão públicas.

Do ponto de vista da tecnologia, integrar este ecossistema é um desafio e tanto de engenharia para Cidades Inteligentes, mas promete soluções de segurança avançadas e ágeis.

O estudo impulsiona a Gestão de TI e o desenvolvimento de Cidades Inteligentes ao aplicar tecnologias emergentes a problemas de segurança e apoiar diretamente a criação e o monitoramento de políticas públicas mais eficazes. Além desta introdução, este artigo está estruturado em cinco seções: desenvolvimento, metodologia, análise e discussão teórica, e considerações finais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Contextualização e lacunas nas soluções atuais

Quase todos os produtos encontrados no mercado atualmente empregam a tecnologia Bluetooth Low Energy (BLE) e requer conexão com o smartphone para operar (FORD et al., 2022). Esses dispositivos, frequentemente vistos em plataformas como AliExpress e Amazon, têm como função básica enviar alertas de emergência por intermédio de aplicativos móveis previamente configurados, geralmente focado no público idoso (ALIEXPRESS, 2025).

Contudo, essa vinculação ao celular compromete sua utilidade em situações nas quais o usuário não consegue acessar o aparelho — como em sequestros, quedas ou durante episódios de violência doméstica.

Internacionalmente, um exemplo interessante é o Invisawear, um dispositivo de segurança pessoal camuflado como joia (colar ou pulseira), que dispara um alerta de emergência ao ser pressionado, contanto que esteja pareado com um smartphone via BLE. Ele comunica a localização do usuário a contatos de emergência e pode mobilizar serviços de emergência nos EUA, entretanto, mantém a dependência da proximidade com o celular e da disponibilidade de rede, além de ter um custo bastante alto para a realidade brasileira (INVISAWEAR, 2024).

No Brasil, uma iniciativa de destaque é o aplicativo SOS Maria da Penha. Voltado para mulheres sob medida protetiva, possibilita o envio ágil de um pedido de ajuda às autoridades competentes. Mesmo funcionando bem e tendo apoio oficial, essa ferramenta também exige o uso do smartphone (TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO CEARÁ, 2021).

Contrastando com as soluções dependentes de smartphones, o trabalho acadêmico de Silva (2022) apresenta um protótipo de dispositivo fundamentado na tecnologia LoRaWAN. O acessório, que pode ser portado junto ao corpo, permite, com um simples clique, o envio de uma mensagem contendo a localização geográfica e um pedido de socorro para contatos pré-definidos. Essa mensagem é então processada por um servidor em nuvem (AWS) e repassada via WhatsApp e SMS, sem exigir o uso de internet ou smartphone no instante da ativação. A proposta constitui um passo significativo ao introduzir um sistema funcionalmente autônomo, com notável aplicabilidade prática em cenários de risco.

Junto com as soluções de alerta focadas no cidadão em ambientes urbanos, a indústria já usa a tempos tecnologias fortes para garantir a segurança de trabalhadores, especialmente aqueles em ambientes de risco ou que atuam de forma isolada. Um exemplo notável são os sistemas de radiocomunicação, frequentemente operando em UHF, equipados com a funcionalidade "homem caído" (man down). Conforme detalhado em contextos como o da indústria de petróleo e gás, esses dispositivos são projetados para detectar automaticamente situações de perigo, como a inatividade prolongada do usuário ou uma posição anormal que sugira uma queda. Nesses casos, o rádio envia automaticamente um alerta se o rádio estiver inclinado além do ângulo definido ou permanece imóvel por um longo período (MOTOROLA SOLUTIONS, 2019). Este alerta é direcionado para uma central de controle ou para outros membros da equipe, assegurando uma resposta rápida em emergências. Essa tecnologia é crucial em setores como óleo e gás, mineração e construção civil, onde as condições podem ser perigosas, minimizando riscos e otimizando a segurança e a produtividade nas operações.

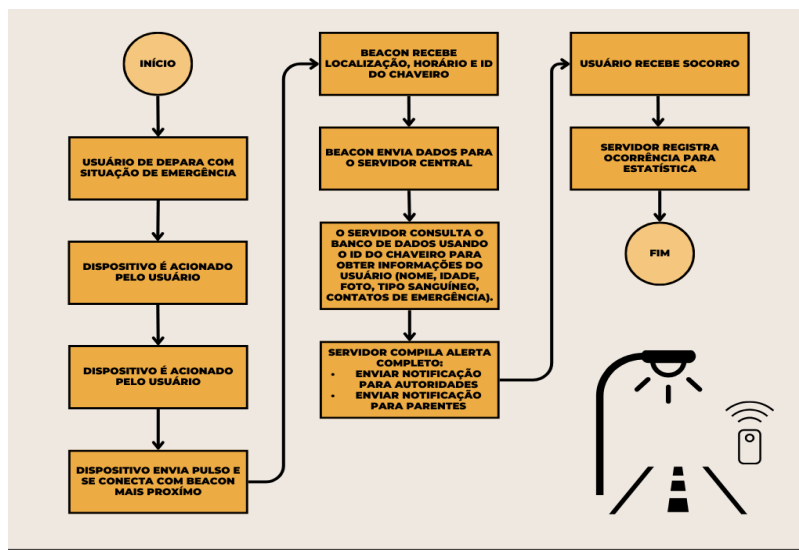
2.2 Proposta de um sistema de alerta de pânico integrado

2.2.1 Visão geral e arquitetura

O sistema proposto é concebido para reforçar a segurança em Cidades Inteligentes. Ele permite que um indivíduo solicite ajuda rapidamente através de um pequeno dispositivo pessoal (chaveiro), que se comunica com receptores instalados na cidade (postes). Esses receptores enviam o alerta para uma central que, por sua vez, notifica as autoridades e contatos de emergência. Como o sistema de alerta funciona pode ser visto em detalhes no fluxograma da Figura 1.

O fluxo de um alerta é direto: o usuário pressiona o botão no chaveiro; um poste próximo capta o sinal, identifica sua localização e envia os dados para o servidor central; o servidor processa o alerta e aciona as notificações.

Figura 1: Fluxograma do sistema de alerta de emergência SOS:



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

2.2.2 Fundamentação técnica

Para a concepção do sistema de alerta de pânico proposto, diversas tecnologias desempenham papéis cruciais. A seguir, são descritas as principais tecnologias empregadas e sua relevância no contexto desta solução:

- **Bluetooth Low Energy (BLE):** O Bluetooth Low Energy (BLE) é uma tecnologia de comunicação sem fio projetada para baixo consumo de energia, ideal para dispositivos compactos alimentados por bateria, como o chaveiro de pânico proposto neste estudo. Diferente do Bluetooth clássico, o BLE é otimizado para transmissões curtas e intermitentes de dados, o que permite que dispositivos como sensores e wearables funcionem por longos períodos com uma única bateria pequena. No sistema proposto, o BLE é utilizado pelo chaveiro de emergência para transmitir um sinal de alerta contendo um identificador único. Sua capacidade de operar com baixo consumo é essencial para a autonomia do dispositivo pessoal (BLUETOOTH SIG, 2025).
- **Beacons BLE:** Beacons são pequenos dispositivos transmissores que utilizam a tecnologia BLE para emitir sinais em intervalos regulares. Esses sinais podem ser detectados por outros dispositivos habilitados com Bluetooth, como smartphones ou, no caso deste projeto, os módulos receptores (gateways) instalados nos postes. No contexto do sistema de alerta, o chaveiro de pânico atua de forma similar a um beacon ao ser acionado, transmitindo seu identificador. Os postes com receptores BLE são, essencialmente, scanners que detectam esses sinais de beacons (os chaveiros), permitindo a identificação do dispositivo que emitiu o alerta e a sua proximidade ao poste receptor (MAPSTED, 2024).
- **Módulo ESP32:** O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e alta performance, desenvolvido pela Espressif Systems, que integra Wi-Fi e Bluetooth (incluindo BLE) em um único

chip. Essas características o tornam ideal para a construção dos módulos receptores (gateways) instalados nos postes do sistema proposto. A capacidade BLE do ESP32 permite que ele escaneie e detecte os sinais dos chaveiros de pânico. Sua conectividade Wi-Fi (ou a possibilidade de integração com módulos 4G) é utilizada para transmitir as informações do alerta para o servidor central. O ESP32 é amplamente utilizado em projetos de Internet das Coisas (IoT) devido à sua versatilidade e comunidade de desenvolvimento ativa (ELETROGATE, 2025).

- **HTTPS (Hypertext Transfer Protocol Secure):** O HTTPS é um protocolo de comunicação seguro utilizado para transmitir dados entre um cliente (neste caso, o gateway no poste) e um servidor através da internet. Ele utiliza criptografia (SSL/TLS) para proteger a confidencialidade e a integridade dos dados transmitidos, sendo fundamental para garantir que os dados do alerta sejam enviados de forma segura dos postes para o servidor central. (SUTIAK, 2023)
- **Plataformas de Nuvem (ex: AWS):** Plataformas de computação em nuvem, como Amazon Web Services (AWS), fornecem serviços sob demanda como poder computacional, armazenamento e bancos de dados. Para o sistema de alerta proposto, uma plataforma de nuvem pode ser utilizada para hospedar o Servidor Central, oferecendo vantagens como escalabilidade, alta disponibilidade, segurança gerenciada e a redução da necessidade de infraestrutura física própria (SYOZI, 2022).

2.2.3 Componentes do sistema e suas funções principais

O sistema proposto é composto pelos seguintes módulos principais:

- **Dispositivo de Pânico Pessoal (Chaveiro de Emergência):**
 - **Função:** Permitir o acionamento rápido e discreto de um alerta pelo usuário.
 - **Operação:** Utiliza BLE para enviar um sinal de identificação único ao ser ativado por um botão, sendo alimentado por uma bateria de longa duração.
- **Módulos Receptores nos Postes (Gateways BLE):**
 - **Função:** Detectar os sinais BLE dos chaveiros, registrar a localização do poste (geolocalização) e encaminhar as informações do alerta.
 - **Operação:** Equipados com receptores BLE e conectividade à internet, são instalados em postes e alimentados pela rede elétrica.
- **Servidor Central:**
 - **Função:** Receber os alertas dos gateways, processá-los, armazenar as informações e disparar as notificações de emergência.
 - **Operação:** Implementado em uma plataforma de nuvem, utiliza tecnologias de servidor para gerenciar eventos e um banco de dados para registro. Integra-se a serviços de notificação.
- **Painel Administrativo:**
 - **Função:** Oferecer uma interface para que gestores da cidade e forças de segurança monitorem os alertas em tempo real e consultem dados históricos.

- **Operação:** Desenvolvido como uma aplicação web com mapas e visualização de dados.
- **Aplicativo para Usuários:**
 - **Função:** Permitir o cadastro inicial do chaveiro e configuração de contatos de emergência.
 - **Operação:** Aplicativo móvel que se comunica com o chaveiro via BLE.

2.2.4 Comparação de Tecnologias sem Fio para Cidades Inteligentes

A escolha do protocolo de comunicação sem fio adequado é fundamental para o sucesso de soluções de Internet das Coisas (IoT) em ambientes urbanos inteligentes. Diversos fatores influenciam essa decisão, incluindo alcance, consumo energético, custo, taxa de transmissão e capacidade de integração à infraestrutura existente. Nesta seção, apresenta-se uma análise comparativa entre as principais tecnologias empregadas em cidades inteligentes, Bluetooth Low Energy (BLE), LoRa e Wi-Fi, ressaltando suas características técnicas, limitações e exemplos de aplicações no contexto internacional (PCBONLINE, 2025; SEMTECH, 2020; DIGITALMONK, 2025).

Figura 2: Comparação de Tecnologias sem Fio para Cidades Inteligentes

Critério	BLE	LoRa	Wi-Fi
Alcance	10–100 m	Até 15 km	Até 100 m (ambiente urbano)
Taxa de Dados	Até 2 Mbps	0,3–50 kbps	Até vários Gbps
Consumo de Energia	Muito baixo	Muito baixo	Alto
Custo Operacional	Baixíssimo	Baixo	Alto em grandes áreas
Infraestrutura Necessária	Dispositivos móveis existentes	Gateways LoRaWAN dedicados	Roteadores Wi-Fi e energia
Melhores Aplicações	Wearables, sensores pessoais, acesso seguro	Rastreamento de ativos, sensores ambientais extensos, hidrômetros, agricultura	Transmissão de vídeo, câmeras, sistemas em tempo real de alta largura de banda
Limitações	Cobertura restrita, baixa taxa para grandes volumes	Baixa largura de banda, latência, exige rede própria	Alto consumo, cobertura limitada sem múltiplos APs

Fonte: PCBONLINE (2025), DIGITALMONK (2025), SEMTECH (2020)

- **Benchmarking em Cidades Inteligentes**
 - **LoRa:** Ampla adoção para iluminação pública, monitoramento ambiental, gestão de resíduos, estacionamentos inteligentes, leitura de hidrômetros e sensores em infraestrutura crítica.
 - **BLE:** Utilizado para aplicações de proximidade como rastreamento de objetos e pessoas, autenticação de acesso, identificação rápida em mobilidade urbana e microlocalização em edifícios.

- **Wi-Fi:** Predominante em zonas de acesso à internet, câmeras de segurança, sensores de veículos conectados, gestão do transporte público e transmissão de dados volumosos.

2.3 Justificativa da abordagem e implicações para cidades inteligentes e políticas públicas

A proposta deste sistema de alerta, com seu chaveiro BLE de baixo custo e a rede de receptores urbanos, busca oferecer uma solução mais acessível, escalável para momentos de emergência. A simplicidade do dispositivo pessoal por acionamento de um botão e o uso da infraestrutura da cidade (postes) são elementos importantes para sua viabilidade. Esta abordagem se alinha diretamente com os objetivos de uma Cidade Inteligente, pois não apenas utiliza a tecnologia para prover um serviço de segurança mais eficiente, mas também gera dados valiosos. As informações coletadas pelo sistema (locais de acionamento, horários etc.), quando vistas e analisadas através do Painel Administrativo, podem fornecer subsídios importantes para as Políticas Públicas de Segurança. Isso permite uma gestão mais informada, como o direcionamento de patrulhamento, a identificação de áreas que necessitam de mais atenção ou a avaliação de medidas de segurança existentes, promovendo um ambiente urbano mais seguro de forma proativa.

3 METODOLOGIA

O recorte temporal adotado para este estudo compreende o período de 2015 a 2024, escolhido por abranger uma fase de intensificação das discussões acadêmicas e avanços tecnológicos relevantes relativos à segurança pessoal, Internet das Coisas (IoT) e Cidades Inteligentes. Este intervalo permite contemplar as principais publicações, soluções e tendências surgidas na última década, assegurando a atualidade e pertinência dos dados analisados.

A abordagem adotada é de natureza aplicada, pautando-se por um percurso teórico-propositivo voltado para a resolução prática de demandas reais de segurança pública. Embora não realize experimentação prática ou prototipagem, o estudo tem como foco a aplicabilidade da solução proposta em ambientes urbanos inteligentes.

Para a concepção e análise teórica do sistema de alerta de pânico integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes proposto neste estudo, foi adotada uma abordagem metodológica qualitativa, compreendendo as seguintes etapas:

1. **Revisão da Literatura e Análise de Contexto:** Iniciou-se com uma investigação em bases de dados acadêmicas e científicas e um mapeamento de soluções existentes para alerta pessoal, identificando limitações das abordagens atuais e contextualizando a necessidade de alternativas. As buscas foram direcionadas por termos como: "segurança pessoal", "botão de pânico", "Bluetooth Low Energy (BLE) em segurança", "redes de beacons", "gateways IoT",

"ESP32 aplicações", "Cidades Inteligentes e segurança pública", "arquiteturas de sistemas de alerta IoT", priorizando publicações de 2015 a 2024.

2. **Definição da Arquitetura do Sistema Proposto:** Com base nas lacunas identificadas, procedeu-se à definição da arquitetura do sistema, delineando componentes chave (dispositivo pessoal BLE, gateways urbanos, servidor central, painel administrativo, aplicativo), e fluxo de operação.
3. **Fundamentação Técnica das Tecnologias Adotadas:** Para cada tecnologia central (BLE, Beacons, ESP32, HTTPS, Plataformas de Nuvem), realizou-se pesquisa em documentações técnicas e artigos para consolidar o entendimento de seu funcionamento e aplicabilidade.
4. **Análise Teórica da Proposta:** A arquitetura e tecnologias foram submetidas a uma análise qualitativa, focando em discutir benefícios, identificar desafios de implementação (técnicos, infraestrutura, financeiros, segurança, privacidade, aceitação pública) e explorar a integração com Cidades Inteligentes e o apoio a Políticas Públicas de Segurança.

A combinação dessas etapas permitiu propor uma solução conceitual e construir uma argumentação teórica sobre sua viabilidade, potencialidades e implicações. As fontes incluíram artigos científicos, trabalhos acadêmicos, documentação técnica e informações de sites institucionais.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO TEÓRICA

A proposta de um sistema de alerta de pânico pessoal integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes, conforme detalhado no capítulo anterior, mostra um grande potencial para o avanço da segurança urbana. Esta seção discute teoricamente os benefícios esperados, os desafios inerentes à sua implementação e o impacto de sua integração no ecossistema de uma Cidade Inteligente e no apoio a políticas públicas de segurança.

4.1 Benefícios esperados do sistema proposto

A arquitetura sugerida, baseada em um chaveiro BLE comunicando-se com beacons, oferece uma série de vantagens sobre abordagens tradicionais:

- **Independência do Celular para Acionamento:** Conforme Ford et al. (2022), a dependência do smartphone é uma barreira crítica. Este sistema permite o acionamento direto pelo chaveiro, crucial em situações de coação.
- **Potencial de Baixo Custo:** O uso de BLE e microcontroladores como o ESP32 viabiliza um dispositivo pessoal acessível e gateways com custos de implantação e manutenção otimizados pela alimentação via rede elétrica e comunicação Wi-Fi/4G.
- **Cobertura Urbana Distribuída e Escalável:** A instalação de gateways em postes permite ampla capilaridade, com expansão modular conforme a necessidade e orçamento da cidade.

- **Agilidade na Resposta:** A transmissão direta do alerta e localização (via gateway) ao servidor central e a visualização em tempo real no painel administrativo tendem a reduzir o tempo de resposta.

4.2 Desafios de implementação e considerações

A implementação em larga escala envolve desafios significativos:

- **Custos de Infraestrutura e Manutenção:** O investimento inicial em gateways e sua manutenção contínua (hardware, software, conectividade) exigem planejamento financeiro e logístico, principalmente por parte do setor público.
- **Segurança e Privacidade dos Dados:** Sendo dados sensíveis, a segurança da comunicação (HTTPS) e a proteção da privacidade (conformidade com LGPD) são cruciais.
- **Aceitação Pública e Usabilidade:** A adesão popular depende da percepção de eficácia, confiabilidade e facilidade de uso do chaveiro (design, bateria, feedback). Campanhas de conscientização são essenciais.
- **Confiabilidade da Cobertura e Conectividade:** Garantir cobertura consistente sem "zonas cegas" e a estabilidade da conexão dos gateways são desafios técnicos, sujeitos a interferências e vandalismo.

4.3 Integração com a dinâmica de cidades inteligentes e apoio a políticas públicas de segurança

A força desta proposta reside na sua integração ao ecossistema de uma Cidade Inteligente:

- **Fonte de Dados Estratégicos:** Alertas geram uma base de dados rica sobre incidentes, que, integrada a outras plataformas urbanas, oferece uma visão ampla da segurança.
- **Apoio ao Planejamento e Alocação de Recursos:** Dados do Painel Administrativo (mapas de calor, horários) informam o planejamento urbano, otimização de patrulhamento e direcionamento de programas preventivos.
- **Fortalecimento de Políticas Baseadas em Evidências:** Dados históricos e em tempo real permitem que políticas de segurança sejam formuladas, monitoradas e ajustadas com base em evidências, fomentando um ciclo de gestão eficiente.

Em geral, embora os desafios sejam relevantes, os benefícios de um sistema de alerta integrado à inteligência de uma Cidade Inteligente podem representar uma evolução significativa na gestão da segurança pública.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa ressaltou o valor crucial de soluções de alerta que ofereçam independência do smartphone do usuário no momento do acionamento, especialmente diante do persistente contexto de

violência. Verificou-se que a dependência do smartphone conectado, comum na maioria das ferramentas de segurança pessoal atuais, representa uma barreira importante em situações de perigo.

A análise da arquitetura proposta, que utiliza Bluetooth Low Energy (BLE) no dispositivo pessoal e uma rede de beacons integrada à infraestrutura urbana, demonstrou que uma combinação inteligente de tecnologias em um sistema bem arquitetado pode resultar em uma solução de alerta eficaz, com dispositivos pessoais pequenos, de baixo consumo e custo acessível. O diferencial de 'inteligência' está na integração sistêmica entre o dispositivo do usuário, a infraestrutura da cidade e a plataforma de gestão de alertas.

Sistemas como o proposto, que oferecem 'autonomia de acionamento' em relação ao smartphone e se apoiam na infraestrutura da Cidade Inteligente, mostram-se promissores para situações de alta criticidade, provendo uma camada adicional de robustez e proteção. A lacuna em soluções comerciais e institucionais que efetivamente explorem essa integração reforça a relevância deste estudo.

Este trabalho contribui para o campo da Gestão de Tecnologia da Informação, especialmente ao demonstrar seu papel estratégico na concepção e aplicação de tecnologias emergentes e da Internet das Coisas (IoT) para o enfrentamento de problemas reais de segurança, e para o desenvolvimento de Cidades Inteligentes, com o diferencial de gerar dados para o apoio a políticas públicas.

Avançar na direção de sistemas de pânico pessoal inteligentemente integrados às cidades pode não apenas salvar vidas, mas também transformar a maneira como planejamos e vivenciamos a segurança urbana no século XXI.

Diante do exposto, pode-se afirmar que os objetivos estabelecidos neste estudo foram plenamente atingidos, uma vez que foi possível justificar a relevância de um sistema de alerta de pânico integrado à infraestrutura de Cidades Inteligentes, analisar as tecnologias envolvidas, propor uma solução inovadora e discutir seus benefícios, implicações sociais, desafios de implementação e aderência às normas técnicas e legais pertinentes.

Para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de um protótipo para validação técnica, estudos piloto em ambientes urbanos, análises de viabilidade econômica detalhadas e aprofundamento em protocolos de segurança e na aplicação de inteligência artificial para análise dos dados gerados.

Ademais, recomenda-se a integração do sistema proposto com políticas públicas já existentes, como os serviços do SAMU, Defesa Civil e Guarda Municipal, de modo a potencializar o alcance e a efetividade da solução junto às estruturas de resposta emergencial já consolidadas no contexto urbano.

6 REFERÊNCIAS

ALIEXPRESS. *Dispositivo de Alerta Pessoal via Bluetooth - Item 1005008952247144*. AliExpress, 2025.

Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/item/1005008952247144.html?channel=twiner>. Acesso em: nov. 2025.

BLUETOOTH SIG. *Bluetooth Core Specification*. 2025. Disponível em: <https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification/>. Acesso em: nov. 2025.

CERQUEIRA, Daniel; BUENO, Samira (coord.). *Atlas da violência 2024*. Brasília: Ipea; FBSP, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/14031>. Acesso em: nov. 2025.

DIGITALMONK. *Wi-Fi vs BLE vs LoRa: Choosing the Right Connectivity for IoT*. 2025. Disponível em: <https://digitalmonk.biz/2025/08/05/wi-fi-vs-ble-vs-lora/>. Acesso em: nov. 2025.

ELETROGATE. *Módulo WiFi ESP32S Bluetooth 38 Pinos*. Eletrogate, 2025. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/modulo-wifi-esp32s-bluetooth-38-pinos>. Acesso em: nov. 2025.

FORD, K. et al. *O uso de aplicativos de celular para aumentar a segurança pessoal contra a violência interpessoal – uma visão geral dos aplicativos de smartphone disponíveis no Reino Unido*. BMC Public Health, v. 22, n. 1158, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13551-9>. Acesso em: nov. 2025.

INVISAREAR. *Smart jewelry that could save your life*. Disponível em: <https://www.invisarear.com>. Acesso em: nov. 2025.

MAPSTED. *What You Must Know About Bluetooth Beacons Before Purchasing*. Mapsted blog, 2024. Disponível em: <https://mapsted.com/blog/what-you-must-know-about-bluetooth-beacons-before-purchasing>. Acesso em: nov. 2025.

MOTOROLA SOLUTIONS. *Melhor segurança e produtividade nas operações de petróleo e gás natural*. Motorola Solutions, 2019. Documento Técnico. Disponível em: https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/XL-PT/petroleo_e_gas/LACR_PT_Oil_and_Gas_Whitepaper.pdf. Acesso em: nov. 2025.

PCBONLINE. *LoRa vs Wi-Fi vs BLE: Which One to Use in Your IoT Project?* 2025. Disponível em: <https://www.pcbonline.com/blog/lora-vs-wifi-vs-ble.html>. Acesso em: nov. 2025.

POLICARPO, Mariana. *Violência urbana no Brasil - Tipos, causas e consequências*. 123 Ecos, 2024. Disponível em: <https://123ecos.com.br/docs/violencia-urbana-no-brasil/>. Acesso em: nov. 2025.

SEMTECH. *IoT Applications for Smart Cities with LoRa® Technology*, 2020. Disponível em: <https://www.semtech.com/lora/lora-applications/smart-cities>. Acesso em: nov. 2025.

SILVA, Caroline Rosa da. *Blip SOS: Acessório IoT para envio de SOS com geolocalização em situações emergenciais*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Acesso em: nov. 2025.

SYOZI, Ricardo. *O que é a AWS? Amazon Web Services*. Tecnoblog, 2022. Disponível em: <https://tecnoblog.net/responde/o-que-e-a-aws-amazon-web-services/>. Acesso em: nov. 2025.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO CEARÁ. *Aplicativo SOS Maria da Penha*. 2021. Disponível em: <https://www.tjce.jus.br>. Acesso em: nov. 2025.