

SEGURANÇA PÚBLICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: ANÁLISE DO IMPACTO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA PAREDÃO NO CRIME DE ROUBOS DE VEÍCULOS NA CIDADE DE MANAUS-AM

PUBLIC SECURITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE IMPLEMENTATION OF THE "PAREDÃO" SYSTEM ON VEHICLE THEFT IN THE CITY OF MANAUS-AM

Shayene Sales da Silva¹
Denison Melo de Aguiar²
Flávio Humberto Pascarelli Lopes³
Bruno Patrício de Azevedo Campos⁴
Milton Ribeiro dos Santos⁵
Andréa Cristina de Lima Lopes⁶
Tânia Regina Tavares Rebello de Souza⁷

RESUMO: Este artigo analisa o impacto da implementação do Sistema Paredão, um cerco inteligente de videomonitoramento baseado em Inteligência Artificial, na redução dos roubos de veículos na cidade de Manaus-AM entre os anos de 2021 e 2025. A pesquisa, de caráter aplicado, descritivo e exploratório, utilizou abordagem quali-quantitativa, combinando revisão bibliográfica e análise estatística de dados fornecidos pela Secretaria de Segurança Pública do Amazonas. Os resultados demonstram uma queda progressiva e consistente nos registros de roubos de veículos, passando de 2.236 ocorrências em 2021 para 495 em 2025, o que representa uma redução acumulada de aproximadamente 77,9%. Além da diminuição absoluta, observou-se uma convergência espacial, com redução das disparidades entre zonas da cidade, especialmente nas regiões Norte e Leste, historicamente mais críticas. Conclui-se que o Sistema Paredão contribuiu não apenas para reduzir o volume de crimes patrimoniais, mas também para reorganizar sua distribuição territorial, fortalecendo o policiamento orientado por dados e inteligência. O estudo evidencia a relevância da integração entre inovação tecnológica e políticas públicas como estratégia para o enfrentamento da criminalidade urbana.

1

Palavras-chave: Segurança pública. Inteligência Artificial. Sistema Paredão. Roubo de veículos.

¹Especialista em Segurança Pública pela Faculdade FOCUS. MBA em Comportamento Organizacional pela Faculdade CERES. Bacharel em Engenharia de Petróleo e Gás pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Cadete da Academia da Polícia Militar do Amazonas (APM/PMAM). Graduanda do curso de Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas.

²Pós-Doutor UniSalento (Itália-2024), Doutor em Direito. Doutor em Direito pelo Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal de Minas Gerais (PPGD/ UFMG). Mestre em Direito Ambiental pelo Programa de Pós- Graduação em Direito Ambiental da Universidade do Estado do Amazonas (PPGDA/ UEA). Advogado. Graduado em Direito pela Universidade da Amazônia (UNAMA/PA). Professor de ensino superior do curso de Direito da UEA. Professor da Academia de Polícia Militar do Amazonas (APM-PMAM). Professor de ensino superior do Centro Universitário de Ensino Superior do Amazonas (CIESA). Coordenador da Clínica de Mecanismos de soluções de Conflitos (MARbiC/UEA). Coordenador da Clínica de Direito e Cidadania LGBTI (CLGBTI/UEA). Coordenador da Clínica de Direito dos Animais (YINUAKA-UEA). Editor-chefe da Revista Equidade. Integrante do Grupo de pesquisa Desafios do Acesso aos Direitos Humanos no Contexto Amazônico da Escola Superior da magistratura do Amazonas (ESMAM). Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Segurança Pública, cidadania e Direitos Humanos (PPGSP/UEA)

³ Pós-Doutor em Direito pela UniSalento. Bacharel em Direito pela Universidade Federal do Amazonas. Mestre em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco. Doutor em Direito Constitucional pela Universidade de Fortaleza. Diretor da Escola Superior da Magistratura do Amazonas. Desembargador do Tribunal de Justiça do Estado do Amazonas.

⁴ Especialista em Docência do Ensino Superior pela Faculdade La Salle de Manaus – UNILASSALE, E em MBA em Gestão Estratégica da Administração Pública pela Faculdade Descomplica – DESCOMPLICA. Graduado em Direito pela Escola Superior Batista do Amazonas – ESBAM. Chefe do Estado Maior Geral e Coronel da Polícia Militar do Amazonas – PMAM.

⁵Especialista em Inteligência de Estado e Inteligência Policial pela Gran Centro Universitário (2024). Graduado em Direito pela Escola Superior Batista do Amazonas (2022). Graduando do curso de Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. Cadete da Academia da Polícia Militar do Amazonas – PMAM.

⁶ Especialista em Segurança Pública pela FACUMINAS. Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Graduanda do curso de Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. Cadete da Polícia Militar do Amazonas - PMAM.

⁷Especialista em Segurança Pública pela Faculdade FOCUS. Bacharel em Administração pela Escola Superior Batista do Amazonas (ESBAM). Cadete da Academia da Polícia Militar do Amazonas (APM/PMAM). Bacharelada em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

ABSTRACT: This article analyzes the impact of implementing the Paredão System, an intelligent video surveillance system based on Artificial Intelligence, on the reduction of vehicle thefts in the city of Manaus-AM between 2021 and 2025. The applied, descriptive, and exploratory research used a mixed-methods approach, combining a literature review and statistical analysis of data provided by the Amazonas State Public Security Secretariat. The results demonstrate a progressive and consistent decrease in vehicle theft reports, from 2,236 occurrences in 2021 to 495 in 2025, representing a cumulative reduction of approximately 77.9%. In addition to the absolute decrease, a spatial convergence was observed, with a reduction in disparities between city zones, especially in the North and East regions, historically more critical. It is concluded that the Paredão System contributed not only to reducing the volume of property crimes but also to reorganizing their territorial distribution, strengthening data-driven and intelligence-based policing. The study highlights the importance of integrating technological innovation and public policies as a strategy for tackling urban crime.

Keywords: Public safety. Artificial intelligence. Wall system. Vehicle theft.

INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) consolidou-se como um dos campos mais inovadores da ciência e da tecnologia, com raízes que remontam ao século XX. Alan Turing (1950) explorou a possibilidade de máquinas simularem o pensamento humano, enquanto John McCarthy, em 1956, cunhou o termo “Inteligência Artificial”, definindo-a como a capacidade de descrever aspectos da aprendizagem de forma tão precisa que poderiam ser reproduzidos por máquinas (McCarthy et. al, 2006). Poucos anos depois, Arthur Samuel (1959) introduziu o conceito de Machine Learning, ao desenvolver um programa capaz de aprender a jogar damas de forma autônoma, demonstrando o potencial da aprendizagem de máquina para além da simples execução de tarefas.

Desde então, os avanços tecnológicos ampliaram significativamente a aplicabilidade da IA. Modelos de linguagem (Large Language Models – LLM) são hoje amplamente utilizados para compreender e gerar textos semelhantes aos humanos (IBM, 2017). Paralelamente, a visão computacional tornou-se uma ferramenta estratégica, permitindo que sistemas interpretem ambientes visuais e identifiquem padrões em imagens e vídeos. Essa tecnologia tem aplicações relevantes na segurança pública, como detecção de armas, reconhecimento de atributos humanos e monitoramento veicular (Bagavathyraj, 2024; Songthai et al., 2025).

No Brasil, a crescente complexidade da criminalidade urbana, especialmente os roubos e furtos de veículos, exige novas abordagens para o fortalecimento da segurança pública. A IA surge como recurso estratégico ao possibilitar reconhecimento facial, análise preditiva e integração de dados, contribuindo para respostas mais rápidas e eficazes, além da alocação inteligente de recursos policiais (Nagata, S. V., 2024).

No contexto amazônico, a capital Manaus enfrenta desafios específicos relacionados à sua extensão territorial, às rotas de fuga e ao crescimento da frota veicular, fatores que intensificam a incidência de roubos de veículos. Estudos demonstram que a implementação de sistemas inteligentes de videomonitoramento, com integração de dados e reconhecimento automatizado, pode contribuir significativamente para a redução desses crimes, sobretudo quando associados a estratégias de policiamento orientado por inteligência (NEVES; POLARI; AGUIAR, 2025). Nesse contexto, a Polícia Militar do Amazonas (PMAM) implementou, em 2021, o Sistema Paredão, uma tecnologia de videomonitoramento baseada em Inteligência Artificial, voltada para o reconhecimento veicular e a recuperação de bens roubados. A adoção desse sistema insere-se em um movimento mais amplo de modernização das práticas policiais, alinhado às discussões sobre policiamento orientado pela inteligência e uso de tecnologias de ponta (DE PAULA et al., 2025).

Segundo o Anuário Brasileiro de Segurança Pública (FÓRUM BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 2021), o estado do Amazonas ocupou a 11ª posição nacional em roubos de veículos em 2020, com média de 198,4 ocorrências por 100 mil veículos, acima da média nacional de 132. Na região Norte, o estado ficou em 2º lugar, atrás apenas do Acre, que registrou 353,3 ocorrências. Esses dados evidenciam a urgência de soluções tecnológicas capazes de enfrentar a criminalidade urbana. Como ressalta Aguiar em estudo sobre inovação tecnológica na segurança pública amazônica, a combinação de tecnologias como inteligência artificial, câmeras inteligentes e sistemas integrados amplia a capacidade de vigilância e monitoramento em áreas de vasta extensão territorial, fortalecendo a repressão e a prevenção qualificada de crimes (SILVA; POLARI; AGUIAR, 2025).

Assim, a adoção do Sistema Paredão em Manaus não apenas acompanha tendências globais de modernização da segurança, mas também responde a uma demanda concreta da população por maior proteção contra crimes patrimoniais. A integração entre inovação tecnológica e políticas públicas mostra-se, portanto, fundamental para enfrentar os desafios contemporâneos da criminalidade urbana.

O objeto de pesquisa deste estudo é analisar dados de roubo de veículos na cidade de Manaus-AM após a implementação do sistema de videomonitoramento baseada em Inteligência Artificial, utilizado pela Polícia Militar do estado do Amazonas. Busca-se compreender como o cerco inteligente, ao integrar câmeras de alta resolução e algoritmos de reconhecimento veicular, contribui para a eficiência das operações policiais e para a redução da

criminalidade patrimonial. Como destacam Cavalcante e Aguiar (2025), “o cerco inteligente de videomonitoramento tem impacto direto na recuperação de veículos produto de roubos e furtos”, evidenciando sua relevância prática para a segurança pública.

Além da dimensão tecnológica, o objeto de pesquisa considera o papel do Sistema Paredão como parte das estratégias de modernização da segurança pública em Manaus. Aguiar e Polari (2025) ressaltam que “a implementação do cerco inteligente contribui para a redução significativa dos roubos de veículos na capital amazonense”, reforçando a necessidade de políticas públicas que incorporem inovação tecnológica. Nesse sentido, o estudo pretende verificar em que medida a adoção de sistemas inteligentes fortalece a atuação policial e responde à demanda social por maior proteção contra crimes patrimoniais, alinhando-se às perspectivas apontadas por Dos Santos e Aguiar (2022) sobre a integração entre tecnologia e gestão estratégica na segurança pública.

O objetivo geral deste artigo analisar a efetividade do Sistema Paredão na redução dos roubos de veículos na cidade de Manaus, no período de 2021 a 2025, por meio de uma avaliação temporal dos índices de criminalidade patrimonial. A pesquisa se concentrará no período compreendido entre os anos de 2021, quando o sistema foi implementado, até 2025, buscando identificar em que medida o videomonitoramento inteligente contribuiu para a redução dos

4

Como objetivos específicos, pretende-se: (i) analisar os dados estatísticos da Secretaria de Segurança Pública referentes aos números de roubo de veículos na cidade de Manaus entre os anos de 2021 e 2025; (ii) avaliar a variação estatística nos índices de roubo de veículos antes e depois da implementação do Sistema Paredão; (iii) identificar tendências de redução ou aumento nos índices de roubo de veículos na cidade de Manaus entre os anos de 2021 e 2025.

A justificativa deste estudo fundamenta-se na necessidade de analisar como a incorporação de tecnologias de Inteligência Artificial pode contribuir para o enfrentamento da criminalidade patrimonial no município de Manaus, com ênfase nos crimes de roubo de veículos. Conforme dados apresentados na Revista Institucional da Secretaria de Segurança Pública do Amazonas, o estado registrou elevados índices de roubos e furtos de veículos no período de 2015 a 2021, totalizando 35.553 ocorrências, o que corresponde a uma média anual aproximada de 5.079 casos. Esse cenário evidencia um problema de segurança pública com impactos diretos na sensação de segurança da população e na sobrecarga das instituições policiais.

Diante dessa realidade, torna-se pertinente investigar o Sistema Paredão como objeto de estudo, uma vez que sua implementação se insere no esforço institucional de modernização do policiamento por meio de soluções tecnológicas. Assim, a pesquisa justifica-se por buscar avaliar a efetividade desse sistema no apoio à prevenção e repressão aos roubos de veículos, contribuindo para a produção de conhecimento científico aplicado à gestão da segurança pública e ao aprimoramento das políticas públicas na área.

A importância do tema também se relaciona às discussões sobre políticas públicas e inovação tecnológica na área da segurança. Conforme Aguiar e Polari (2025), a implementação do cerco inteligente contribui para a redução significativa dos roubos de veículos em Manaus, demonstrando que a tecnologia pode ser integrada às estratégias de gestão policial. De acordo com Dos Santos e Aguiar (2022), o fortalecimento da segurança pública no Brasil exige a incorporação de ferramentas inteligentes alinhadas às diretrizes nacionais. Assim, a justificativa deste trabalho está na possibilidade de analisar o Sistema Paredão como parte de uma política pública inovadora, capaz de modernizar a atuação policial e ampliar a proteção social em um contexto urbano marcado por desafios específicos.

Assim, o problema de pesquisa consiste em verificar em que medida o Sistema Paredão, fundamentado em Inteligência Artificial e videomonitoramento, contribuiu para a redução dos índices de roubos de veículos na cidade de Manaus entre os anos de 2021 e 2025. Parte-se da hipótese de que a implementação do Sistema Paredão em Manaus resultou em uma redução significativa nos índices de roubos de veículos a partir da implantação do sistema, ao integrar câmeras inteligentes e algoritmos de reconhecimento veicular, fortalecendo a atuação policial e reduzindo os índices de criminalidade patrimonial.

METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, descritiva e exploratória, com abordagem quali-quantitativa. Inicialmente, será realizada uma revisão bibliográfica em artigos científicos e documentos oficiais que tratam da relação entre segurança pública e Inteligência Artificial, com destaque para estudos sobre o Sistema Paredão. Em seguida, proceder-se-á à análise estatística dos dados disponibilizados pela Secretaria de Segurança Pública do Amazonas, especificamente no campo referente a roubos e localização de veículos na cidade de Manaus, abrangendo o período de 2021 a 2025. Esses dados serão organizados em gráficos comparativos, permitindo observar a evolução do número de roubos

de veículos após a implementação do Sistema Paredão, bem como identificar a distribuição desses delitos por bairros da cidade de Manaus. A análise quantitativa será complementada por interpretação qualitativa, possibilitando avaliar a efetividade do videomonitoramento inteligente como instrumento de segurança pública e sua contribuição para a redução da criminalidade patrimonial.

Para este estudo, serão utilizados dados de roubo de veículo fornecidos pelo Centro Integrado de Estatística de Segurança pública do Amazonas (CIESP) entre os anos de 2021 a 2025 para o município de Manaus, onde os registros de ocorrências foram gerados por zonas, como: centro-oeste, centro-sul, leste, norte, oeste e sul (mostrados na Figura 1), sendo a zona norte a região com a maior população e a zona centro-sul com a menor, segundo os dados do Instituto Municipal de Planejamento Urbano (IMPLURB).

Figura 1 – Zonas da cidade de Manaus.



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IMPLURB.

A relação entre o tema proposto e o mapa das zonas de Manaus se estabelece de forma direta, pois ambos oferecem bases complementares para compreender como a implementação do Sistema Paredão — uma tecnologia de vigilância baseada em inteligência artificial — pode influenciar a dinâmica dos roubos de veículos na cidade. O mapa apresenta a divisão territorial e populacional de Manaus, evidenciando diferenças significativas entre as zonas urbanas, o que

é essencial para analisar como o fenômeno criminal se distribui no espaço e como a tecnologia pode atuar de maneira diferenciada em cada área.

A partir da visualização das zonas, percebe-se que regiões como a Zona Norte e a Zona Leste concentram as maiores populações e, conseqüentemente, maior circulação de veículos e maior fluxo urbano. Essas características tendem a influenciar a incidência de roubos de veículos, tornando essas áreas mais vulneráveis. Já zonas como Centro-Sul e Centro-Oeste apresentam menor densidade populacional e, em geral, uma dinâmica urbana distinta. Essa heterogeneidade territorial é fundamental para avaliar se a instalação do Sistema Paredão foi planejada de forma proporcional às necessidades de cada região ou se houve concentração em áreas específicas, o que poderia gerar impactos desiguais na segurança pública.

O funcionamento do Paredão depende de sua localização estratégica, já que o sistema opera por meio de câmeras, sensores e reconhecimento automático de placas. Assim, a eficácia da tecnologia está diretamente relacionada ao posicionamento das unidades de monitoramento. O mapa permite identificar se as zonas com maior incidência de roubos foram priorizadas ou se a distribuição do sistema seguiu outros critérios, como facilidade de instalação, infraestrutura disponível ou relevância econômica das áreas monitoradas. Essa análise espacial é indispensável para compreender se a tecnologia contribuiu para reduzir os roubos de veículos ou se provocou apenas um deslocamento do crime para zonas menos vigiadas.

Além disso, o mapa possibilita comparar indicadores antes e depois da implementação do Paredão, permitindo observar se houve redução significativa dos roubos nas áreas cobertas pelo sistema em relação às demais. A presença dos dados populacionais também permite calcular taxas proporcionais de criminalidade, evitando interpretações distorcidas e possibilitando uma análise mais precisa da relação entre densidade demográfica, vulnerabilidade e impacto da tecnologia. Essa abordagem é especialmente relevante em estudos de segurança pública, que frequentemente dependem de análises territoriais para compreender padrões criminais.

Em síntese, o mapa das zonas de Manaus funciona como um elemento estruturante para a análise do impacto do Sistema Paredão, pois fornece a base espacial necessária para relacionar a tecnologia de inteligência artificial ao comportamento territorial do crime. Ele permite identificar padrões, desigualdades e possíveis efeitos indiretos da implementação do sistema, contribuindo para uma avaliação mais robusta e fundamentada sobre a eficácia da tecnologia na redução dos roubos de veículos e na melhoria da segurança pública na cidade.

SISTEMA PAREDÃO

O Sistema Paredão, também chamado de Cerco Inteligente de Videomonitoramento, foi implementado em Manaus em 2021 como parte das ações do Programa Amazonas Mais Seguro. Ele integra câmeras estrategicamente posicionadas pela capital, com tecnologia de reconhecimento de placas e imagens em tempo real, vinculadas ao Centro Integrado de Análise de Imagens de Segurança Pública (CIAISP). Essa ferramenta surgiu como resposta aos elevados índices de roubos e furtos de veículos registrados no Estado, atuando como uma “muralha digital” capaz de prevenir crimes, mapear áreas de risco e auxiliar investigações (AMAZONAS, 2024).

Aguiar, Polari e Das Neves (2025) explicam que o sistema consiste em uma estratégia tecnológica de segurança pública baseada na integração entre videomonitoramento urbano, reconhecimento óptico de caracteres (OCR) e análise de dados em tempo real, com o objetivo de prevenir, reprimir e investigar crimes, especialmente o roubo e o furto de veículos. Implantado no Estado do Amazonas a partir de 2021, o sistema integra o Plano Estadual de Segurança Pública e Defesa Social (PESPDS-AM) e o programa Amazonas Mais Seguro, sendo concebido como uma ferramenta estruturante para a modernização da atuação policial e o fortalecimento do policiamento orientado por inteligência.

Do ponto de vista operacional, o Sistema Paredão diferencia-se dos modelos tradicionais de circuito fechado de televisão (CFTV) ao incorporar camadas de inteligência artificial capazes de identificar automaticamente placas veiculares e confrontá-las, em tempo real, com bases de dados oficiais que registram veículos roubados, furtados ou sob monitoramento policial. Essa característica confere ao sistema um caráter proativo, reduzindo o tempo entre a ocorrência do delito e a resposta estatal, aspecto apontado pela literatura como elemento central para a eficácia das políticas de prevenção situacional do crime (BOTELLO, 2010).

O Sistema Paredão, também denominado Cerco Inteligente de Videomonitoramento, constitui uma inovação tecnológica aplicada à segurança pública no Amazonas. Seu funcionamento é estruturado em diferentes componentes: os Pontos de Coleta (PCL), responsáveis por capturar imagens e dados de veículos; os Pontos de Vigilância (PVG), que utilizam câmeras móveis com tecnologia PTZ (Pan, Tilt e Zoom); e a Central de Análises e Monitoramento (CAM), onde as informações são processadas e confrontadas com bases de dados públicas e privadas. Esse conjunto é sustentado por uma rede de fibra óptica e sistemas

de análise que aplicam algoritmos de inteligência para identificar veículos suspeitos e auxiliar na prevenção e investigação de delitos (TERMO DE REFERÊNCIA, 2021).

O funcionamento do sistema baseia-se no processamento automatizado das imagens captadas, utilizando algoritmos de reconhecimento óptico para leitura de placas e extração de outros elementos relevantes, como cor, modelo e características específicas dos veículos. Uma vez identificado um veículo com restrição, o sistema gera alertas que são encaminhados aos operadores das centrais, os quais acionam imediatamente as unidades policiais em campo. Esse fluxo operacional evidencia a integração entre tecnologia, análise criminal e policiamento ostensivo, característica central do modelo de policiamento orientado por dados, também denominado *intelligence-led policing*, no qual a coleta sistemática de informações, sua análise estratégica e a tomada de decisão operacional são articuladas para orientar a ação policial de forma mais eficiente e direcionada (RATCLIFFE, 2014; WEISBURD et al., 2003).

Para análise temporal dos números de registros de roubo de veículos entre as zonas geográficas, foram elaboradas visualizações que permitem avaliar tanto o comportamento coletivo quanto individual das zonas da cidade de Manaus ao longo do tempo. A seleção destas visualizações baseou-se na necessidade de quantificar objetivamente o processo de convergência e identificar padrões heterogêneos entre as zonas (Penna e Linhares, 2013). Para analisar as dispersões dos dados, será utilizada o desvio padrão mensal (σ_t) (Bussab e Morettin, 2010) considerando os valores das seis zonas geográficas em cada período t , conforme a Equação 1:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_{it} - \bar{x}_t)^2}{N}} \quad \text{Eq. (1)}$$

Fonte: Adaptado de Bussab e Morettin (2017).

onde o x_i representa o número de registro de roubo de veículo para uma determinada zona (6 no total), enquanto o índice t representa o mês (60 no total). O termo $\bar{x}_t$ representa a média das seis zonas (Norte, Sul, Centro-Sul, Leste, Oeste, Centro-Oeste) durante o mês t . Para quantificar objetivamente a taxa de variação temporal da dispersão, ajustou-se uma linha de tendência aos dados observados mediante regressão linear simples pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (Bussab e Morettin, 2010), conforme a Equação 2.

$$\sigma_t = \beta_0 + \beta_1 \times t + \epsilon_t \quad \text{Eq. (2)}$$

Fonte: Adaptado de Bussab e Morettin (2017).

onde (σ_t) é o desvio padrão no período t , sendo t o tempo em meses desde o início da série ($t = 1, 2, \dots, 60$). O parâmetro β_0 representa o intercepto, correspondente ao desvio padrão inicial estimado, enquanto β_1 é o coeficiente angular, que expressa a taxa de variação mensal do desvio padrão. O termo ϵ_t denota o erro aleatório associado a cada observação.

O coeficiente angular (β_1) possui interpretação direta e crítica para a análise de convergência. Quando $\beta_1 < 0$, a taxa negativa indica redução sistemática da dispersão ao longo do tempo, caracterizando o fenômeno de convergência (σ -convergência). Por outro lado, se $\beta_1 > 0$, a taxa positiva indica aumento da dispersão, caracterizando divergência entre as zonas, enquanto $\beta_1 \approx 0$, observa-se ausência de tendência temporal significativa, indicando estabilidade da dispersão ao longo do período analisado.

10

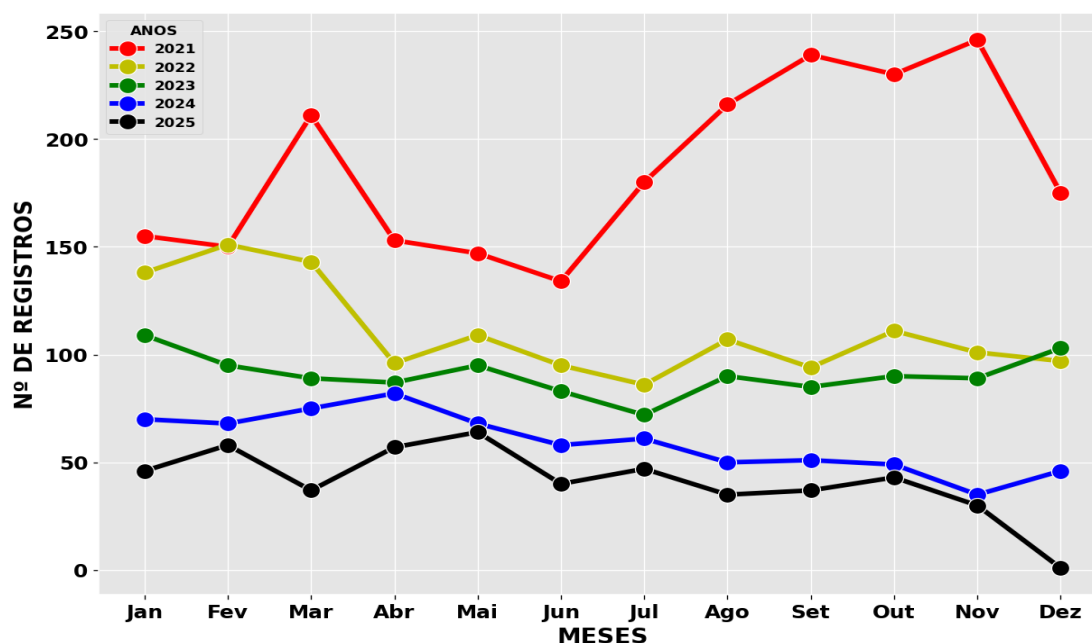
Para avaliar o comportamento individual de cada zona no processo de convergência, calculou-se a distância absoluta de cada região em relação à média geral em cada período, conforme a Equação 3:

$$d_{ti} = |x_{ti} - \bar{x}_t| \quad \text{Eq. (3)}$$

Fonte: Adaptado de Bussab e Morettin (2017).

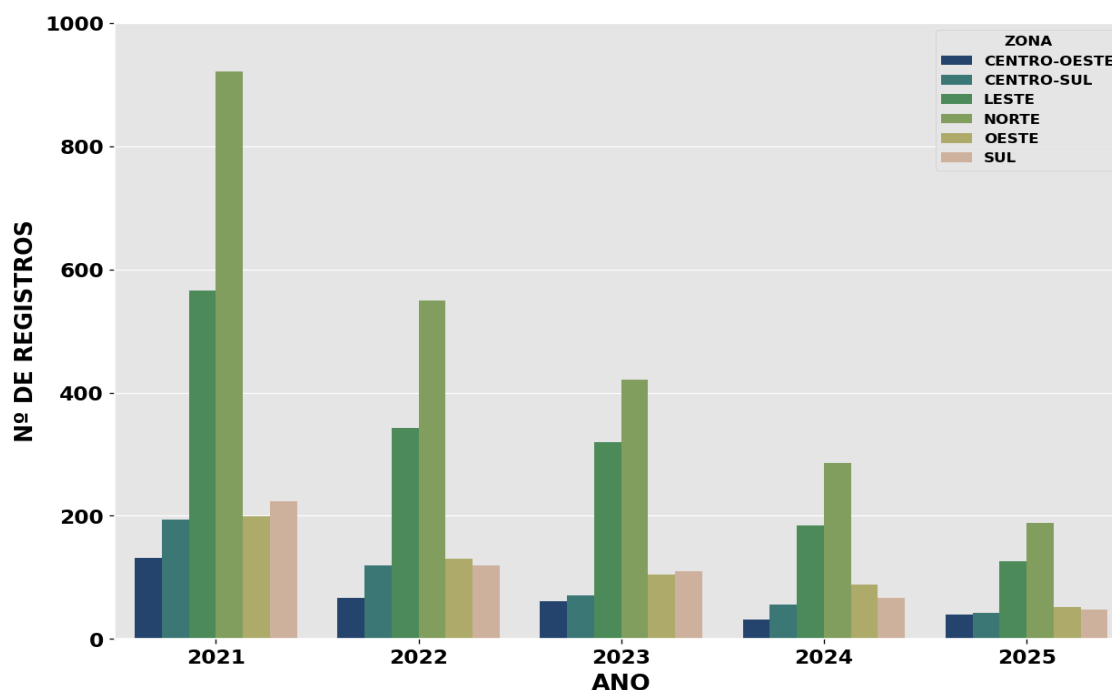
RESULTADOS

Figura 2 – Distribuição temporal do número de registros de roubo de veículo na cidade de Manaus-AM mensal.



Fonte: Elaboração própria de acordo com os dados estatísticos da SSP.

Figura 3 – Distribuição do número de roubos de veículos por zonas da cidade de Manaus no período de 2021 a 2025.



Fonte: Elaboração própria de acordo com os dados estatísticos da SSP.

De acordo com as figuras 2 e 3, o ano de 2021 foi o período com o maior número de registros de roubo de veículos na cidade de Manaus, totalizando 2.236 ocorrências, caracterizando-se como o pico da série histórica analisada. Do total registrado, a Zona Norte

concentrou 921 casos, correspondendo a aproximadamente 41,2% das ocorrências. A Zona Leste apresentou 566 registros (25,3%), enquanto as demais zonas tiveram participações significativamente menores: Zona Sul com 224 casos (10,0%), Zona Oeste com 199 casos (8,9%), Zona Centro-Sul com 194 casos (8,7%) e Zona Centro-Oeste com 132 casos (5,9%). Esses dados evidenciam uma forte concentração espacial dos registros em 2021, sobretudo nas zonas Norte e Leste, que juntas corresponderam por 66,5% das ocorrências do município.

Em 2022, o total de registros caiu para 1.328 ocorrências, o que representa uma redução de 40,6% em relação a 2021. Apesar da queda expressiva no volume absoluto, o padrão espacial manteve-se praticamente inalterado. A Zona Norte concentrou 550 casos, correspondendo a 41,4% do total anual, percentual muito próximo ao observado em 2021. A Zona Leste registrou 343 ocorrências (25,8%), seguida pela Zona Sul com 145 casos (10,9%), Zona Oeste com 125 casos (9,4%), Zona Centro-Sul com 99 casos (7,5%) e Zona Centro-Oeste com 66 casos (5,0%). Assim, a redução observada em 2022 refletiu uma queda generalizada, sem alteração relevante na hierarquia espacial das zonas.

No ano de 2023, os registros totalizaram 1.087 ocorrências, indicando uma redução de 18,1% em relação a 2022. Quando comparado diretamente a 2021, esse valor representa uma queda acumulada de aproximadamente 51,4%, evidenciando o aprofundamento da tendência de declínio iniciada no ano anterior. A Zona Norte contabilizou 421 registros, correspondentes a 38,7% do total anual, sinalizando não apenas redução absoluta, mas também diminuição da participação relativa em relação a 2021. A Zona Leste apresentou 319 casos (29,4%), aumentando sua participação proporcional quando comparada a 2021 (25,3%), ainda que com número absoluto inferior. As demais zonas registraram Zona Sul com 120 casos (11,0%), Zona Oeste com 101 casos (9,3%), Zona Centro-Sul com 87 casos (8,0%) e Zona Centro-Oeste com 39 casos (3,6%). Esses resultados indicam o início de uma reorganização espacial dos registros, concomitante à queda global observada desde o pico de 2021.

Em 2024, o total anual foi reduzido para 713 ocorrências, representando uma queda de 34,4% em relação a 2023 e uma redução acumulada de 68,1% quando comparado a 2021. A Zona Norte permaneceu como a área com maior número absoluto de registros (286 casos), porém sua participação relativa manteve-se em patamar inferior ao observado no ano de maior intensidade. A Zona Leste registrou 184 ocorrências (25,8%), valor substancialmente menor do que os 566 casos registrados em 2021, correspondendo a uma redução acumulada superior a 67%. As demais

zonas apresentaram volumes ainda mais reduzidos, evidenciando uma contração generalizada do fenômeno no território urbano.

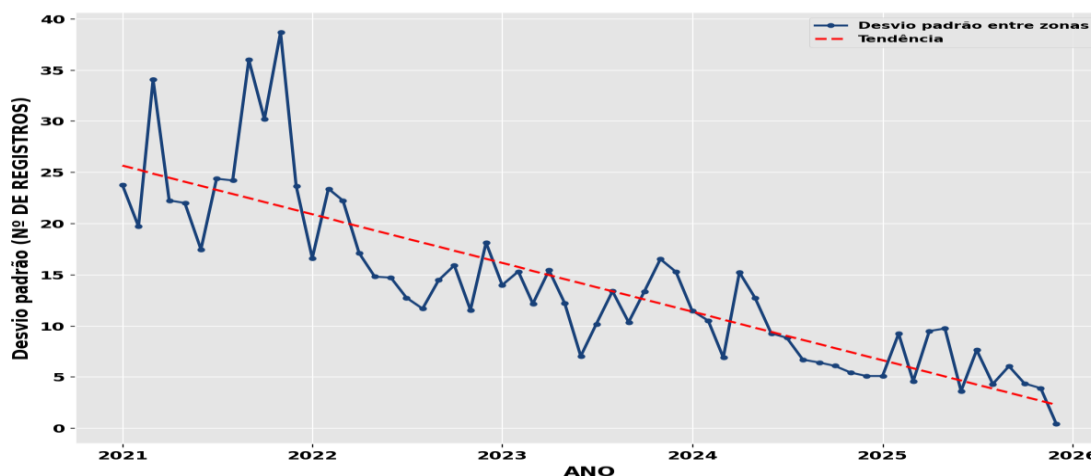
Por fim, em 2025, o número total de ocorrências caiu para 495 registros, configurando o menor valor de toda a série histórica. Em relação a 2024, observa-se uma redução de 30,6%, enquanto a comparação com 2021 revela uma queda acumulada de aproximadamente 77,9%. A Zona Norte registrou 188 casos (38,0%), valor que representa uma redução de cerca de 79,6% em relação aos 921 registros de 2021. A Zona Leste apresentou 126 ocorrências (25,5%), o que equivale a uma diminuição acumulada de 77,7% frente ao ano de maior intensidade. As demais zonas mantiveram valores residuais, reforçando o padrão de baixa concentração e menor variabilidade espacial nos anos mais recentes.

A redução progressiva dos roubos de veículos observada entre 2021 e 2025, já evidenciada pela queda nos totais anuais e pela diminuição da participação relativa das zonas historicamente mais críticas, é reforçada pelas medidas de dispersão espacial apresentadas nas Figuras 4 e 5.

A Figura 4, que representa a evolução do desvio padrão entre as zonas, evidencia que, em 2021, os valores eram elevados e altamente variáveis, atingindo picos superiores a 35 registros, o que indica uma forte heterogeneidade espacial. Esse comportamento está diretamente associado ao cenário descrito para 2021, no qual a Zona Norte concentrava mais de 40% das ocorrências e se distanciava significativamente das demais regiões da cidade.

13

Figura 4 – Série temporal do desvio padrão mensal por zonas da cidade (linha azul) e linha de tendência (linha vermelha)

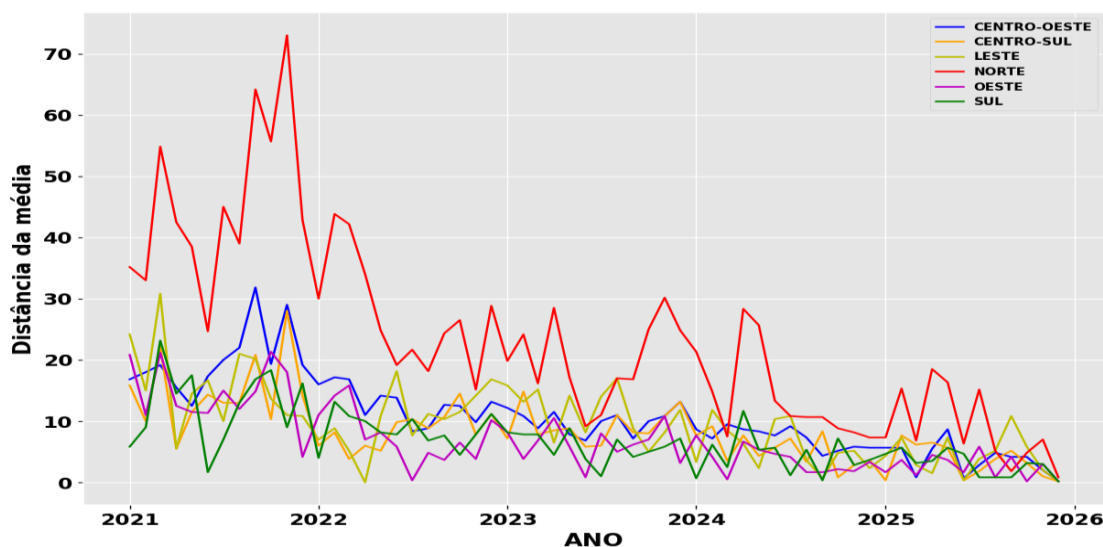


Fonte: Elaboração própria de acordo com os dados estatísticos da SSP.

A linha de tendência apresentada na figura 4 demonstra uma redução contínua do desvio padrão ao longo do período, passando de valores médios próximos a 25 registros em 2021 para

patamares inferiores a 5 registros em 2025. Esse resultado confirma que a queda dos roubos de veículos não se restringiu ao volume total de ocorrências, mas foi acompanhada por um processo sistemático de convergência espacial, no qual as diferenças entre as zonas foram progressivamente reduzidas.

Figura 5 – Distância absoluta do número de registros de roubo de veículos mensal em relação à média mensal das zonas da cidade de Manaus-AM



Fonte: Elaboração própria de acordo com os dados estatísticos da SSP.

Essa interpretação é aprofundada pela Figura 5, que apresenta o valor absoluto da diferença entre os números dos registros de cada zona em relação à média mensal. Observa-se que, em 2021, a Zona Norte apresentava os maiores desvios em relação à média, com valores que ultrapassavam 70 registros em determinados momentos, evidenciando seu papel central como principal polo de concentração do fenômeno. A Zona Leste, embora em menor magnitude, também se mantinha consistentemente acima da média, enquanto as demais zonas oscilavam em torno de valores mais próximos do centro da distribuição.

Ao longo dos anos subsequentes, nota-se uma redução progressiva dessas distâncias, sobretudo na Zona Norte, cuja curva apresenta declínio acentuado a partir de 2022. Esse comportamento indica que a queda global dos registros foi impulsionada, principalmente, pela redução nas zonas que inicialmente mais se afastavam da média, e não por um aumento relativo nas zonas menos afetadas. Nos anos finais da série, especialmente em 2024 e 2025, todas as zonas

passam a apresentar distâncias reduzidas e bastante próximas entre si, sugerindo um padrão espacial mais homogêneo.

De forma integrada, as duas figuras corroboram os resultados previamente apresentados ao demonstrar que a dinâmica dos roubos de veículos na cidade de Manaus/AM evoluiu de um padrão altamente concentrado e desigual em 2021 para um cenário de menor intensidade e menor dispersão espacial em 2025. A diminuição do desvio padrão entre as zonas e o encurtamento das distâncias em relação à média mensal evidenciam que o processo de redução foi estrutural, afetando de maneira mais intensa justamente as regiões que historicamente sustentavam os maiores volumes de ocorrências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste estudo indicam uma redução progressiva, consistente e estrutural dos roubos de veículos na cidade de Manaus entre 2021 e 2025, período que coincide com a implementação e consolidação operacional do Sistema Paredão, também denominado Cerco Inteligente de Videomonitoramento. A análise integrada dos dados temporais e espaciais demonstra que essa redução não se restringiu a uma diminuição absoluta do número de ocorrências, mas envolveu uma reconfiguração territorial do fenômeno, com enfraquecimento dos antigos polos de concentração e maior homogeneidade entre as zonas da cidade.

15

Do ponto de vista empírico, o ano de 2021 apresentou o maior volume de registros e elevada concentração espacial, especialmente na Zona Norte e, em menor grau, na Zona Leste. Nos anos subsequentes, observou-se não apenas uma queda expressiva no total de ocorrências, mas também uma redução contínua do desvio padrão entre as zonas e das distâncias em relação à média municipal, indicando um processo de convergência espacial. Esses achados sugerem que as áreas historicamente mais críticas foram justamente aquelas que apresentaram as reduções mais intensas ao longo do período analisado.

Essa dinâmica é coerente com a lógica operacional do Sistema Paredão descrita na metodologia. Ao integrar câmeras estrategicamente posicionadas, tecnologia de reconhecimento óptico de caracteres (OCR), análise automatizada de imagens e cruzamento em tempo real com bases de dados oficiais, o sistema introduz um modelo proativo de vigilância e intervenção, reduzindo o tempo de resposta entre a identificação de um veículo com restrição e a atuação policial em campo. Diferentemente dos modelos tradicionais de CFTV, o caráter inteligente do sistema permite não apenas o monitoramento passivo, mas a antecipação e

interrupção de deslocamentos associados a veículos roubados ou furtados, característica central das estratégias de prevenção situacional do crime.

A redução mais acentuada nas zonas que inicialmente apresentavam maiores desvios em relação à média municipal reforça a hipótese de que o Sistema Paredão atuou de forma mais intensa justamente nos corredores urbanos e áreas de maior fluxo veicular, onde os Pontos de Coleta (PCL) e os Pontos de Vigilância (PVG) tendem a ser prioritariamente instalados. A atuação integrada da Central de Análises e Monitoramento (CAM), ao processar alertas em tempo real e acionar as unidades policiais, contribui para um padrão de policiamento orientado por dados e inteligência, capaz de impactar diretamente a dinâmica espacial dos crimes patrimoniais.

Conclui-se, portanto, que o Sistema Paredão representa uma inovação tecnológica relevante no contexto da segurança pública do Amazonas, ao articular inteligência artificial, videomonitoramento e análise de dados em tempo real de forma integrada ao policiamento ostensivo. Os resultados sugerem que sua adoção contribuiu para não apenas reduzir o volume de roubos de veículos, mas também para reorganizar espacialmente o fenômeno, promovendo maior equilíbrio territorial e reforçando o papel das tecnologias de inteligência como ferramentas estratégicas no enfrentamento da criminalidade patrimonial urbana. Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se a análise sistemática dos índices de recuperação de veículos diretamente atribuídos às ações do Sistema Paredão, com o objetivo de aprofundar a avaliação de sua efetividade operacional e de seu impacto nos resultados do policiamento ostensivo da Polícia Militar do Amazonas.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Segurança Pública do Amazonas – SSP-AM. Programa Amazonas Mais Seguro: relatório de implantação do Cerco Inteligente de Videomonitoramento (Sistema Paredão). Manaus: SSP-AM, 2024. Disponível em: <<https://www.ssp.am.gov.br/ssp-dados/>>. Acesso em: 09 fev. 2026.

BAGAVATHYRAJ, Harshavardhini; JOSEPH, Reuben; MADATHIL, Sreenath Chalil. Vehicle Detection, Classification, and Re-Identification Using Ai: A Systematic Review. Classification, and Re-Identification Using Ai: A Systematic Review., 2024. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4990542>. Acesso em: 11 fev. 2026.

BOTELLO, Nelson Arteaga. Orquestração da vigilância eletrônica: uma experiência em CFTV no México. BRUNO, Fernanda; FIRMINO, Rodrigo; KANASHIRO, Marta. Vigilância e visibilidade: espaço, tecnologia e identificação. Porto Alegre: Sulina, 2010.

BUSSAB, Wilton de O.; MORETTIN, Pedro A. Estatística básica. In: Estatística básica. 2010. p. xvi, 540-xvi, 540.

CAVALCANTE, Aglei Pereira; AGUIAR, Denison Melo de; POLARI, Lucas Emanuel Bastos. O impacto do cerco inteligente de videomonitoramento na recuperação de veículos produto de roubos e furtos na cidade de Manaus. *Periódicos Brasil. Pesquisa Científica*, Macapá, Brasil, v. 4, n. 2, p. 1478-1499, 2025. DOI: 10.36557/2674-9432.2025v4n2p1478-1499. Disponível em: <<https://periodicosbrasil.emnuvens.com.br/revista/article/view/536>>. Acesso em: 11 fev. 2026.

CENTRO INTEGRADO DE ESTATÍSTICA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO AMAZONAS – CIESP-AM. Banco de dados de ocorrências de roubo de veículos – CIESP 2021-2025. Disponível em: <<https://www.ssp.am.gov.br/ssp-dados/>>. Acesso em: 09 fev. 2026.

DA SILVA, Francisco José Abel; POLARI, Lucas Emanuel Bastos; DE AGUIAR, Denison Melo. Inovação tecnológica na segurança pública em áreas de fronteira: desafios e oportunidades no estado do Amazonas. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 12, p. 6052-6068, 2025. Disponível em: <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/23388>>. Acesso em: 13 fev. 2026.

DE PAULA, Sheila Nascimento et al. Sistema Paredão em Manaus: uma análise crítica sobre interoperabilidade e direitos fundamentais à luz do SUSP. *INTERFERENCE: A JOURNAL OF AUDIO CULTURE*, v. 11, n. 2, p. 4703-4729, 2025. DOI: 10.36557/2009-3578.2025v11n2p4703-4729. Disponível em: <<https://interferencejournal.emnuvens.com.br/revista/article/view/353>>. Acesso em: 09 fev. 2026.

DE SEGURANÇA PÚBLICA, Anuário Brasileiro. Fórum Brasileiro de Segurança Pública. São Paulo: FBSP, 2023. Disponível em: <<https://forumseguranca.org.br/publicacoes/anuario-brasileiro-de-seguranca-publica/>>. Acesso em: 10 fev. 2026.

DICK, S. Artificial Intelligence. *Harvard Data Science Review*, 1, 1-9. 2019.

DOS SANTOS, Wilmones Silva; DE AGUIAR, Denison Melo. Políticas de segurança pública no Brasil: o II Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social 2021-2030. *Equidade: Revista Eletrônica de Direito da UEA*-ISSN: 2675-5394, v. 6, n. 1, 2022. Disponível em: <periodicos.uea.edu.br/index.php/equidade/article/view/2747>. Acesso em: 06 fev. 2026.

GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS. Termo de Referência (processo 022101.000313/2020). Manaus/AM, 2021. Disponível em: <<https://www.transparencia.am.gov.br/contratos>>. Acesso em: 10 fev. 2026.

IBM CORPORATION. What Are Large Language Models (LLMs)? IBM Think, 2017-2024.

INSTITUTO MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO – IMPLURB. Distribuição populacional por zona territorial do município de Manaus. Manaus: IMPLURB, 2026.

LEE, John AN; LEE, J. A. N. (Ed.). *International biographical dictionary of computer pioneers*. Taylor & Francis, 1995.

MCCARTHY, J.; MINSKY, M. L.; ROCHESTER, N.; SHANNON, C. E. A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, [S. l.], v. 27, n. 4, p. 12, 2006. DOI: 10.1609/aimag.v27i4.1904. Disponível em: <<https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/1904>>. Acesso em: 10 fev. 2026.

NAGATA, Sabrina Vettorazzi. Utilização da inteligência artificial na segurança pública e sua contribuição na Polícia Militar. *Brazilian Journal of Development*, v. 10, n. 6, p. e70815-e70815, 2024. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/70815>>. Acesso em: 12 fev. 2026.

NEVES, José Rodrigo Barbosa das; POLARI, Lucas Emanuel Bastos; AGUIAR, Denison Melo de. O impacto do cerco inteligente de videomonitoramento na redução de roubos de veículos na cidade de Manaus. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE*, v. 11, n. 12, p. 7506-7528, 2025. DOI: 10.51891/rease.v11i12.23518. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/23518>. Acesso em: 10 fev. 2026.

PENNA, Christiano; LINHARES, Fabrício. Há controvérsia entre análises de beta e sigma-convergência no Brasil?. *Revista Brasileira de Economia*, v. 67, p. 121-145, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbe/a/G638wRp7RFCfNkwtmYZ7dYK/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 10 fev. 2026.

RATCLIFFE, Jerry H. Intelligence-led policing. In: *Encyclopedia of criminology and criminal justice*. Springer, New York, NY, 2014. p. 2573-2581.

SAMUEL, Arthur L. Some studies in machine learning using the game of checkers. *IBM Journal of research and development*, v. 3, n. 3, p. 210-229, 1959. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5392560/>>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2026.

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO AMAZONAS – SSP-AM. *Revista Institucional da Secretaria de Segurança Pública do Amazonas*. Manaus: SSP-AM, 2025. Disponível em: <<https://www.ssp.am.gov.br/wp-content/uploads/2025/05/Revista-SSP.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2026.

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA DO AMAZONAS – SSP-AM. *SSP Dados: estatísticas e indicadores criminais*. Manaus: SSP-AM, 2026. Disponível em: <https://www.ssp.am.gov.br/ssp-dados/>. Acesso em: 10 fev. 2026.

SONGTHAI, M. Smart Police Systems: Enhancing Urban Safety Through AI. Preprint, 2025. Disponível em: <https://www.preprints.org/manuscript/202502.1171>. Acesso em: 10 fev. 2026.

TURING, A. M. I. - Computing machinery and intelligence. *Mind*, v. LIX, n. 236, p. 433-460, out. 1950. DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433.v. 27, n. 4, p. 12-12, 2006.

WEISBURD, David et al. Reforming to preserve: Compstat and strategic problem solving in American policing. *Criminology & Public Policy*, v. 2, n. 3, p. 421-456, 2003.