



REVOLUCIONANDO A GESTÃO OPERACIONAL: UM MIDDLEWARE VISUAL INTELIGENTE PARA A POLÍCIA MILITAR DO AMAZONAS

Ismael Santos de Souza, Victoria Beatriz Vasconcelos de Lima Souza, David Marques Soares, Johnattan Martins Pinheiro, Jorge Christian da Silva Freitas, Shermam Tácia da Costa Lima, Lucas Emanuel Bastos Polari, Hermínia da Silva Marques, Andreia Carla Rossy de Sales Santiago Neves



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p9679-9699>

Artigo recebido em 29 de Outubro e publicado em 29 de Dezembro de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A Polícia Militar do Amazonas (PMAM), instituição permanente fundamentada na hierarquia e disciplina, enfrenta o desafio de gerir operações complexas em um cenário caracterizado pelo volume massivo de dados (Big Data) e pela evolução de ameaças híbridas, descritas pela criminologia como o fenômeno Black Hole. A gestão operacional contemporânea encontra-se tensionada pela fragmentação de informações em "silos" de dados em diversas áreas administrativas e operacionais, resultando em processos manuais, retrabalho administrativo e baixa capacidade de resposta em tempo real. O presente estudo tem como objetivo investigar a necessidade de desenvolvimento de um Middleware Visual Inteligente Interoperacional, dotado de interface adaptativa e dashboards dinâmicos, capaz de integrar sistemas legados e apoiar a tomada de decisão. A metodologia adotada foi de natureza aplicada e exploratória, combinando revisão bibliográfica, análise da Lei de Organização Básica (LOB-PMAM) e prototipagem conceitual. Como resultado, propõe-se uma arquitetura de software fundamentada em três pilares: capacidade de interpretação via Data Mining, visualização centralizada e automação de fluxo (workflow). A solução introduz o conceito de Perfil Estereográfico para alocação otimizada de recursos humanos e implementa o princípio do "Registro Único com Múltiplos Usos", garantindo que a instituição se torne AI-Ready (preparada para Inteligência Artificial). Conclui-se que a adoção dessa tecnologia, alinhada às heurísticas de usabilidade de Nielsen e aos preceitos da LGPD, é imperativa para reduzir a carga cognitiva dos gestores, eliminar o Shadow IT e assegurar a eficiência constitucional na segurança pública.

Palavras-chave: Middleware Inteligente. Gestão Operacional. Dashboards Dinâmicos. Interoperabilidade. Registro Único com Múltiplos Usos.



ABSTRACT

The Military Police of Amazonas (PMAM), a permanent institution based on hierarchy and discipline, faces the challenge of managing complex operations in a scenario characterized by massive data volume (Big Data) and the evolution of hybrid threats, described by criminology as the Black Hole phenomenon. Contemporary operational management is strained by the fragmentation of information into data "silos" across various administrative and operational areas, resulting in manual processes, administrative rework, and low real-time response capacity. This study aims to investigate the need for the development of an Intelligent Visual Interoperability Middleware, equipped with an adaptive interface and dynamic dashboards, capable of integrating legacy systems and supporting decision-making. The methodology adopted was applied and exploratory in nature, combining bibliographic review, analysis of the Basic Organization Law (LOB-PMAM), and conceptual prototyping. As a result, a software architecture based on three pillars is proposed: interpretation capacity via Data Mining, centralized visualization, and workflow automation. The solution introduces the concept of Stereographic Profile for optimized human resource allocation and implements the principle of "Single Record with Multiple Uses," ensuring that the institution becomes AI-Ready. It is concluded that the adoption of this technology, aligned with Nielsen's usability heuristics and LGPD precepts, is imperative to reduce managers' cognitive load, eliminate Shadow IT, and ensure constitutional efficiency in public security.

Keywords: Intelligent Middleware. Operational Management. Dynamic Dashboards. Interoperability. Single Record with Multiple Uses.



- ¹ Cadete QPEPM da Polícia Militar do Amazonas. Pós-Graduação em Segurança Pública pela Faculdade Norte-Sul (2025). Bacharel em Direito pela Faculdade Estácio do Amazonas (2024). Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. E-mail: interferencej@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2639540918517479>
- ² Bacharelado em Engenharia Ambiental e Energias Renováveis pela Fametro. e-mail: victoriasouza132017@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9319546297541294>
- ³ Cadete QPEPM da Polícia Militar do Amazonas. Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. e-mail: eng.davidmarques@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3848286514976175>.
- ⁴ Cadete QPEPM da Polícia Militar do Amazonas (PMAM). MBA em Política, Estratégia, Defesa e Segurança Pública pela FAMESC/ADESG (2025). Especialista em Direito Público pela Universidade do Estado do Amazonas (2024), em Digital e Proteção de Dados pelo Gran Centro Universitário (2023) em Inteligência de Estado e Inteligência Policial pelo Gran Universitário (2023). Bacharel em Direito pela Universidade do Estado do Amazonas (2022). Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. E-mail: johnattanmartins77@gmail.com. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1748253388615087>.
- ⁵ Cadete QPEPM da Polícia Militar do Amazonas. Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. e-mail: jc.dir3@gmail.com. Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0234361348576493>.
- ⁶ Mestre em informática pela Universidade Federal do Amazonas. e-mail: sherman.lima@icomp.ufam.edu.br
- ⁷ Doutorando em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI; Mestre em Administração pela Universidade de Fortaleza – UNIFOR; Bacharel em Direito pela Universidade Luterana do Brasil – ULBRA; Bel. em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas - UEA. Oficial da Polícia Militar do Amazonas e Docente do curso de bacharelado em Segurança Pública e Cidadania na Universidade do Estado do Amazonas – UEA; ORIENTADOR deste trabalho; e-mail: lucasebp@gmail.com
- ⁸ Cadete QPEPM da Polícia Militar do Amazonas. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas. Bacharelado em Segurança Pública e do Cidadão pela Universidade do Estado do Amazonas. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8152068591397129>
- ⁹ Oficial da Polícia Militar do Amazonas. Mestre em Geografia – UFAM. E-mail: carlasantiago85.cs@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem como objeto investigar a necessidade de desenvolvimento de um middleware visual inteligente interoperacionalizador, dotado de interface adaptativa e dashboards dinâmicos, visando aprimorar a gestão operacional na Polícia Militar do Amazonas (PMAM).

A Constituição Federal de 1988, em seu Art. 144, estabelece a segurança pública como dever do Estado e direito de todos, devendo ser exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio. Para que esse objetivo constitucional seja atingido com a eficiência exigida pela administração pública moderna, a inovação tecnológica se faz não apenas desejável, mas necessária.

O ambiente da segurança pública no Amazonas, protagonizado pela Polícia Militar e regido por sua Lei de Organização Básica (LOB), é caracterizado por uma estrutura organizacional de alta complexidade, fundamentada na hierarquia e disciplina, e por uma capilaridade territorial que exige uma gestão administrativa e operacional robusta. A complexidade das operações diárias não reside apenas no enfrentamento direto à criminalidade, mas, fundamentalmente, na logística de retaguarda que viabiliza o policiamento. A gestão eficiente de pessoal, o controle de material bélico, a disponibilidade de frota e a montagem das escalas de serviço constituem o alicerce sem o qual a missão constitucional não pode ser cumprida.

Atualmente, as demandas operacionais crescentes impõem um ritmo acelerado à administração policial. O volume de dados gerados diariamente — desde o registro de ocorrências até a movimentação de efetivo — configura um cenário de Big Data que, paradoxalmente, muitas vezes não é convertido em eficiência. Sem a aplicação de técnicas de Data Mining (mineração de dados) e Análise de Vínculos, esse vasto repositório de informações permanece subutilizado, impedindo a identificação de padrões ocultos e tendências administrativas.

Gestores operacionais enfrentam desafios críticos na montagem de serviço, precisando cruzar manualmente informações sobre disponibilidade de efetivo, controle de faltas, licenças médicas e férias com a disponibilidade real de equipamentos e veículos. Nesse contexto, a tecnologia deve atuar não apenas como suporte, mas como um vetor estratégico de desburocratização e automação.

Entretanto, os sistemas atuais apresentam limitações severas. Observa-se uma interoperabilidade deficiente entre plataformas legadas: o sistema de Recursos Humanos muitas vezes não dialoga com o de Logística ou com o de Operações. Isso resulta em processos manuais para a criação de documentos e escalas, aumentando drasticamente a incidência de erros humanos. A ausência de ferramentas de Análise de Vínculos impede que o gestor visualize as conexões críticas entre diferentes entidades, dificultando uma visão holística em tempo real.

A literatura científica e os relatórios institucionais apontam lacunas significativas quanto à integração tecnológica no setor. Há uma necessidade premente de soluções que automatizem o controle administrativo, permitindo que o gestor foque na estratégia e não na burocracia. A ausência de um sistema capaz de interoperar dados de pessoal e logística, aplicando mineração de dados para gerar dashboards dinâmicos, compromete a eficiência do emprego operacional e a economicidade dos recursos públicos.

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo baseia-se em uma abordagem aplicada e exploratória. Inicialmente, será realizada uma revisão bibliográfica sistemática sobre tecnologias aplicadas à gestão operacional e administrativa policial. Em seguida, proceder-se-á ao levantamento de dados secundários (relatórios oficiais, estatísticas institucionais) e à análise comparativa de soluções tecnológicas existentes. O estudo culminará em um estudo exploratório com simulação/prototipagem conceitual, buscando validar preliminarmente se os requisitos levantados atendem à necessidade de desburocratização, controle de Big Data e automação das demandas diárias do serviço policial.

2. MODERNIZAÇÃO ADMINISTRATIVA E GESTÃO OPERACIONAL NA PMAM: Desafios Legais, Estruturais e a Necessidade de um Middleware Visual Inteligente

A importância desta pesquisa justifica-se pela necessidade urgente de modernização administrativa para o cumprimento do dever constitucional de eficiência (Art. 37 da CF/88) e pela mitigação de riscos operacionais e jurídicos.

Para compreender a magnitude do desafio, é imperativo analisar a estrutura legal da PMAM, definida pela Lei nº 3.514/2010 (LOB). A gestão de dados é segmentada em Diretorias Setoriais (Art. 20), que atuam como os "silos de dados" primários:

Diretoria de Pessoal da Ativa (DPA): Detém os dados de movimentação e cadastro.

Diretoria de Apoio Logístico (DAL): Controla suprimento, manutenção e patrimônio.

Diretoria de Saúde (DS): Gere a higidez da tropa (Art. 27).

Diretoria de Tecnologia da Informação (DTI): Responsável pelo suporte tecnológico.

Na ponta da linha, demandando essas informações, estão os Grandes Comandos (Art. 32) e suas Seções de Planejamento (P3). O problema reside no fluxo de informações entre esses entes, que frequentemente é fragmentado e carece de tempestividade.

A compreensão dos requisitos para um middleware visual inteligente exige, primeiramente, uma análise detalhada do ambiente onde ele será inserido. A Polícia Militar do Amazonas, enquanto organização complexa, opera sob uma lógica que mescla rigidez hierárquica com a necessidade de flexibilidade operacional extrema.

A construção de uma solução tecnológica para ambientes críticos exige alicerces teóricos e jurídicos sólidos que sustentem as escolhas de arquitetura e design. Esta seção revisa a literatura pertinente aos Sistemas de Apoio à Decisão, o marco legal da tecnologia na administração pública e a justificativa criminológica para a modernização.

Estrutura Organizacional e Fluxo de Informação

A estrutura da Polícia Militar é piramidal, baseada nos pilares da hierarquia e disciplina. No topo, o nível estratégico define as diretrizes; no meio, o nível tático (Comandos Regionais e Batalhões) planeja o emprego dos meios; e na base, o nível operacional executa o policiamento. Contudo, é no nível tático-operacional — especificamente nas Seções de Planejamento e Operações (P3) e nas Seções de Logística (P4) — que reside o maior gargalo administrativo.

As demandas operacionais não se resumem ao atendimento de ocorrências na rua. Antes que uma viatura saia do quartel, ocorre um complexo processo de "montagem de serviço". Este processo envolve a alocação de recursos humanos (policiais) e materiais (viaturas, armamento, coletes, rádios) para cumprir missões específicas. A complexidade reside na variabilidade desses recursos: policiais entram em férias, apresentam atestados médicos, são convocados para audiências judiciais ou estão em folga compensatória. Simultaneamente, viaturas podem estar baixadas para manutenção mecânica ou com documentação pendente.

O gestor operacional precisa, diariamente, cruzar essas variáveis para garantir que o efetivo escalado esteja apto e equipado. O volume de dados gerados por essas rotinas configura um ambiente de Big Data corporativo. No entanto, o fluxo de informação entre os gestores e a ponta da linha é frequentemente fragmentado e carece de tempestividade.

2.1 O Dever Constitucional de Eficiência e o Marco Legal

A modernização da gestão policial encontra amparo na legislação vigente. A Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011) impõe aos órgãos públicos o dever de gestão transparente da informação, o que é dificultado por sistemas fragmentados e analógicos. Simultaneamente, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD - Lei nº 13.709/2018) exige rigoroso controle sobre o tratamento de dados pessoais dos servidores e cidadãos, demandando sistemas auditáveis e seguros, em contraposição ao uso de planilhas pessoais não oficiais. Além disso, a arquitetura proposta deve observar os preceitos da Lei de Crimes Cibernéticos (Lei nº 12.737/2012), garantindo mecanismos de defesa contra invasões e vazamentos, protegendo a integridade dos dados sensíveis da segurança pública.

2.2 Justificativa Criminológica: O Fenômeno Black Hole e a Evolução do Crime

A necessidade de um middleware inteligente não é apenas administrativa, mas uma resposta à evolução da criminalidade. Conforme análise sobre o Direito Penal do Inimigo e o Fenômeno Black Hole, o crime organizado evoluiu para estruturas complexas que desafiam o Estado. Pinheiro (2023, p. 1) afirma:

"O crime tem evoluído com o passar do tempo. Atualmente o poder público se depara com novas formas de ilícitos efetivados com um grau de expertise igual, as vezes superior, às empresas."

O texto destaca ainda que, para enfrentar essas ameaças híbridas (o chamado "Black Hole", onde crime e terrorismo se fundem), o Estado não pode depender de processos lentos. É imperativo utilizar "o sistema de Inteligência como assessoria de decisões de política de segurança pública". Portanto, a implementação de ferramentas de Análise de Vínculos e Data Mining propostas neste trabalho é a resposta tecnológica necessária para que a PMAM possa

se contrapor a essa nova dinâmica criminal, garantindo que a gestão operacional tenha a mesma agilidade e expertise das organizações que combate.

2.3 Importância da Gestão Operacional Eficiente: Pessoal e Logística

Fonte das informações: Análise dos fluxos de trabalho baseados na LOB e Relatórios de Gestão Interna. A eficiência na gestão operacional está intrinsecamente ligada à capacidade

de gerir ativos e pessoas. A "montagem de serviço" é, talvez, a atividade administrativa mais crítica e propensa a erros na rotina policial.

Gestão de Pessoal e Disponibilidade: O controle de efetivo exige monitoramento constante da disponibilidade real do policial. Sistemas manuais ou planilhas desconectadas frequentemente falham em alertar o gestor sobre impedimentos legais ou administrativos (ex: um policial que trabalhou no turno noturno e não cumpriu o tempo mínimo de descanso interjornada). Mais grave ainda, a falta de integração de dados leva a erros na confecção das escalas, ignorando situações particulares críticas, como restrições médicas ou incompatibilidades fisiológicas para determinadas missões.

Apoio Logístico e Controle de Material: A missão policial depende da disponibilidade imediata de equipamentos. O controle de cautela de armamento, a gestão da frota e a distribuição de equipamentos de proteção individual (EPIs) precisam estar sincronizados com a escala de serviço. A ineficiência aqui resulta em viaturas paradas por falta de motorista habilitado ou guarnições saindo com equipamentos inadequados.

3. PROPÓSITO E ESCOPO DA INVESTIGAÇÃO

3.1 Finalidade Primária do Estudo

A presente pesquisa tem como finalidade central investigar os requisitos essenciais e a viabilidade técnica para o desenvolvimento de um Middleware Visual Inteligente Interoperacionalizador. A intenção é que esta solução, dotada de interface adaptativa e dashboards dinâmicos, atue como um vetor de modernização na gestão operacional da Polícia Militar do Amazonas. O estudo busca demonstrar como essa camada tecnológica pode integrar sistemas

legados fragmentados, transformando o atual cenário de dados dispersos em uma ferramenta robusta de apoio à decisão, visando aprimorar a eficiência administrativa e a resposta operacional da corporação.

3.2 Metas Operacionais e Etapas da Pesquisa:

Para alcançar a finalidade proposta, a investigação se desdobra em etapas interconectadas que abrangem desde o diagnóstico até a validação conceitual. Inicialmente, o estudo concentra-se no levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais necessários para a integração dos sistemas legados da PMAM, identificando as barreiras técnicas atuais. Simultaneamente, será realizado o mapeamento das principais fontes de dados — abrangendo as áreas de Pessoal, Logística e Operações — para diagnosticar os gargalos de interoperabilidade que hoje obrigam os gestores a realizarem processos manuais e redundantes.

Na sequência, a pesquisa avança para a análise das tecnologias de Data Mining e Business Intelligence, avaliando sua aplicabilidade no contexto da segurança pública para transformar grandes volumes de dados em inteligência acionável. Com base nessa análise, serão avaliadas as funcionalidades críticas para a automação de rotinas complexas, especificamente a "montagem de serviço" e o controle de escalas, buscando eliminar o retrabalho administrativo.

A etapa propositiva do trabalho consiste na elaboração de uma arquitetura conceitual do middleware. Esta arquitetura deverá ser capaz de realizar a Análise de Vínculos e gerar o chamado "Perfil Estereográfico" do combatente, otimizando a alocação de recursos humanos. Paralelamente, serão definidos os parâmetros de usabilidade para o desenvolvimento de uma interface adaptativa, desenhada especificamente para reduzir a carga cognitiva do operador e mitigar o erro humano. Por fim, a pesquisa culminará na validação conceitual da proposta, realizada por meio da prototipagem de dashboards e da simulação dos fluxos de automação, demonstrando a viabilidade prática da solução frente aos desafios operacionais identificados.

4. DELIMITAÇÃO TEMÁTICA E PROBLEMATIZAÇÃO

Como a fragmentação de sistemas de informação e a ausência de ferramentas de inteligência de dados impactam a eficiência da gestão operacional e a tomada de decisão na

Polícia Militar do Amazonas, considerando o volume massivo de dados (Big Data) e a necessidade de resposta em tempo real?

4.1 Diagnóstico do Cenário Atual: Silos de Dados e Shadow IT

Apesar da modernização de alguns setores, a gestão administrativa-operacional ainda sofre com a fragmentação tecnológica. Os sistemas utilizados são, via de regra, "silos de dados": o sistema de RH não se comunica com o de Escalas; a Gestão de Frota não dialoga com o Despacho de Ocorrências.

Essa falta de interoperabilidade obriga o gestor a atuar como um "integrador humano". Além disso, a baixa qualidade da experiência do usuário (UX) leva os operadores a criarem pastas isoladas em acervos pessoais ("Shadow IT"). Essa prática fomenta o hábito de "aproveitar documentos antigos", acarretando a propagação de erros grosseiros e riscos severos à Segurança da Informação.

4.2 Limitações Tecnológicas Atuais, Erro Humano e Riscos de Segurança

O levantamento de dados, fundamentado na observação direta dos fluxos de trabalho nas Seções de Planejamento (P3), evidencia que, a despeito de iniciativas pontuais de modernização, a gestão administrativo-operacional permanece severamente comprometida pela fragmentação tecnológica. A arquitetura de informação vigente caracteriza-se pela predominância de "silos de dados" isolados, onde a ausência de protocolos de interoperabilidade impede a comunicação transacional entre os subsistemas críticos. Concretamente, verifica-se a inexistência de fluxo de dados automatizado entre os módulos de Recursos Humanos e de Gestão de Escalas, bem como a desconexão lógica entre o Controle de Frota e o sistema de Despacho de Ocorrências.

Essa falta de interoperabilidade obriga o gestor a atuar como um "integrador humano". Além disso, a baixa qualidade da experiência do usuário (UX) nas ferramentas oficiais leva os operadores a criarem pastas isoladas em acervos pessoais ("Shadow IT"). Essa

prática fomenta o hábito de "aproveitar documentos antigos", acarretando a propagação de erros grosseiros. Por fim, o uso de meios não oficiais e o armazenamento de dados sensíveis em pastas pessoais representam um risco severo à Segurança da Informação e ferem a LGPD. A necessidade de um middleware seguro, portanto, não é apenas uma questão de eficiência, mas de soberania institucional sobre seus próprios dados.

5. HIPÓTESE DE TRABALHO E PROPOSTA DE SOLUÇÃO TECNOLÓGICA

Diante do cenário de fragmentação sistêmica e ineficiência operacional descrito anteriormente, a solução tecnológica reside na implementação de uma camada integradora capaz de orquestrar o fluxo de dados.

A implementação de um Middleware Visual Inteligente, fundamentado na interoperabilidade de sistemas legados e na aplicação de interfaces adaptativas, é capaz de reduzir significativamente o tempo de resposta administrativa, eliminar a redundância de dados e mitigar erros humanos na gestão operacional, proporcionando aos gestores uma consciência situacional em tempo real e maior assertividade na tomada de decisão.

5.1 Perfil Estereográfico e Análise de Vínculos

Um dos grandes diferenciais propostos é a capacidade de criar um perfil estereográfico do combatente. Através da análise de vínculos entre o histórico de cursos, habilidades técnicas, perfil psicológico e experiências anteriores, o sistema pode sugerir o melhor emprego do policial para determinadas missões. Por exemplo, para uma ocorrência de alta complexidade (como crise com reféns), o sistema indica automaticamente policiais com cursos de negociação ou operações especiais, otimizando o recurso humano disponível e aumentando a segurança da operação.

5.2 Automação, Alimentação de Banco de Dados e Interface Adaptativa

A eficácia da solução depende de sua usabilidade. Seguindo as heurísticas de usabilidade de Nielsen (1993), a interface adaptativa prioriza a prevenção de erros e a visibilidade do status do sistema, reduzindo a Carga Cognitiva e eliminando a necessidade de "Shadow IT".

Ressalta-se a capacidade do sistema de alimentar o banco de dados de consulta automaticamente. Ao final do turno, o sistema consolida as atividades realizadas (ocorrências, quilometragem, munição) e atualiza os bancos de dados de origem. Implementa-se assim o princípio do "Registro Único com Múltiplos Usos", onde o dado inserido na ponta alimenta simultaneamente o RH, a Logística e o Operacional, eliminando a redundância e garantindo o descanso do servidor.

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, LEGAL E CRIMINOLÓGICA

Esta seção revisa as tecnologias e conceitos que sustentam a solução proposta, integrando a visão clássica da engenharia de software com as inovações recentes.

6.1 Sistemas de Informação e Apoio à Decisão

A gestão moderna, especialmente em organizações complexas como a Polícia Militar, depende fundamentalmente da qualidade da informação disponível. No contexto operacional, a necessidade de transformar dados brutos em conhecimento é vital.

Nesse sentido, Guerra e Moreira (2023) reforçam que os Sistemas de Informação Gerencial são fundamentais para o processo de tomada de decisão. Segundo os autores, a capacidade de gerir informações de forma estruturada permite uma gestão baseada em dados concretos, superando a intuição ou a burocracia manual, a tempestividade é crucial. O valor da informação para a tomada de decisão está diretamente ligado ao tempo. Uma informação precisa, mas entregue com atraso, perde sua utilidade estratégica e pode, em situações críticas, levar a decisões errôneas baseadas em cenários que já se alteraram. Conforme preceituam Stair e Reynolds (2015):

"O valor da informação para a organização está diretamente atrelado à sua qualidade, sendo a tempestividade (timeliness) um atributo crítico."

. Os autores argumentam que a informação deve ser entregue no momento exato em que é necessária; caso contrário, mesmo que precisa, ela perde seu valor potencial para o processo decisório. Complementarmente, a visualização desses dados é crucial. Segundo o Kondado Team (2024), as ferramentas de criação de dashboards são essenciais para transformar métricas complexas em visualizações compreensíveis, permitindo que gestores identifiquem gargalos e oportunidades em tempo real.

6.2 Middleware e Interoperabilidade

O problema da fragmentação de dados ("silos") é um desafio clássico. Tanenbaum e Van Steen (2007) definem middleware como uma camada de software que oculta a complexidade e a heterogeneidade das redes subjacentes. A interoperabilidade é a chave para conectar sistemas heterogêneos. Alves (2023) define as APIs (Interfaces de Programação de Aplicações) como a fundação da integração e comunicação entre aplicações, permitindo que sistemas distintos troquem dados de forma segura e eficiente. A falta de integração gera inconsistências, conforme aponta Sommerville (2011), aumentando a probabilidade de erro humano. Complementarmente, Alves (2023) e Scheffer (2023) reforçam que, no cenário atual, as APIs (Interfaces de Programação de Aplicações) são a fundação prática dessa integração, permitindo a troca segura de dados. Scheffer (2023), ainda destaca que a importância da implementação correta de APIs para garantir a fluidez na troca de informações, essencial para o middleware proposto neste trabalho.

6.3 Conceito de Middleware Visual Inteligente e seus 3 Pilares

Tecnicamente, propõe-se um Middleware Visual Inteligente que atua como uma ponte entre diferentes aplicações. Diferente de um middleware tradicional, ele é fundamentado em três pilares essenciais que garantem sua "inteligência":

Capacidade de Interpretação (Inteligência): O sistema não apenas transporta dados, mas entende o contexto. Utilizando algoritmos de Data Mining, ele consegue identificar inconsistências (ex: um policial escalado para motorista sem ter o curso de direção de emergência) antes que se tornem erros operacionais. Essa arquitetura garante que a

instituição se torne "AI-Ready" (preparada para IA), estruturando dados legados para que algoritmos avançados possam operar com precisão.

Visualização Centralizada (Visual): O middleware agrega dados de múltiplas fontes em uma interface única. Isso elimina a necessidade de o gestor abrir cinco sistemas diferentes para atender as demandas ordinárias. Traça-se uma analogia com o aplicativo Oktoplus, que centraliza programas de fidelidade em um único painel. Da mesma forma, o middleware proposto centraliza ativos da corporação (pessoal, viaturas), oferecendo uma "visão de painel único" (single pane of glass).

Automação de Fluxo (Workflow): O sistema automatiza tarefas repetitivas. Ao invés de o policial solicitar uma viatura manualmente, o sistema aloca o recurso automaticamente com base na disponibilidade e na missão, criando um fluxo de trabalho contínuo e auditável.

6.4 Expansão da Interoperabilidade: Sistemas Internos e Externos

A interoperabilidade deve quebrar os silos de dados internos e externos, conectando-se via APIs seguras, atuar como um barramento de serviços (ESB) capaz de conectar:

Sistemas Internos: Saúde, Pessoal, Logística e Operacional. A integração com o setor operacional é fundamental para a implementação do princípio do "Registro Único com Múltiplos Usos".

Controle de Materiais Bélicos e Acervos: O sistema deve gerir o ciclo de vida do material bélico, garantindo rastreabilidade total de armas, munições e coletes. A integração previne extravios de acervos públicos e garante que o policial saia para a rua com o equipamento adequado e cautelado em seu nome automaticamente.

Sistemas Externos: SISP, Infoseg, Isso permite processar dados estatísticos permitindo a consulta de crimes integrando com bases de dados criminais para fornecer antecedentes e a identificação precisa da mancha criminal diretamente no dashboard de planejamento, apoiando a decisão tática do comandante para o melhor emprego do policiamento.

Outros Órgãos como (Detran/Judiciário): Consulta automática da validade da CNH dos motoristas de viaturas e verificação de requisições judiciais para audiências.

6.5 Interface Adaptativa, Heurísticas de Nielsen e Perfil Estereográfico

A eficácia da solução depende de sua usabilidade. Nielsen (1993) estabelece que um sistema deve ser fácil de aprender e tolerante a erros. Interfaces poluídas aumentam a carga cognitiva. Sobre isso, Preece, Rogers e Sharp (2013, p. 350) afirmam:

"Interfaces adaptativas têm o potencial de reduzir a complexidade percebida, apresentando apenas as informações e ferramentas relevantes para a tarefa atual do usuário, ocultando o que é desnecessário e reduzindo o tempo de busca visual."

Um dos grandes diferenciais propostos é a capacidade de criar um perfil estereográfico do combatente, analisando vínculos entre histórico e habilidades para sugerir o melhor emprego operacional.

6.6 Dashboards Dinâmicos e Big Data

A última camada da arquitetura proposta é a visualização estratégica através de Dashboards Dinâmicos. Mayer-Schönberger e Cukier (2013) explicam que a revolução do Big Data reside na capacidade de prever tendências, o que permite romper com a lógica de relatórios estáticos e oferecer monitoramento em tempo real. No contexto da PMAM, o dashboard não mostra apenas "o que aconteceu", mas alerta sobre o futuro. Ele permite visualizar instantaneamente a "Força Efetiva vs. Força Disponível" e identificar padrões de absenteísmo. Mais do que isso, o sistema realiza a leitura preditiva de cenários críticos, como o baixo efetivo decorrente de grandes contingentes prestes a ingressar na reserva remunerada. Essa análise antecipada fundamenta a necessidade estratégica de abertura de novos concursos públicos e auxilia no planejamento orçamentário para a previsão de promoções, garantindo a continuidade administrativa e operacional baseada em evidências.

6.7 Resultados de Automação na Segurança Pública: Estudos de Caso Nacionais e Internacionais

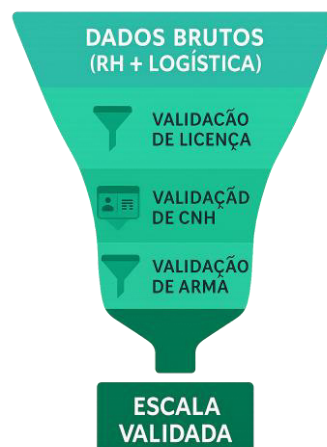
A validação da necessidade de um middleware inteligente baseia-se em resultados concretos observados em corporações que adotaram a transformação digital.

Caso Internacional: NYPD e o Domain Awareness System (DAS) O Departamento de Polícia de Nova York (NYPD), em parceria com a Microsoft, desenvolveu o DAS, um

middleware que agrega dados de sensores, chamadas de emergência e bancos de dados criminais. O sistema permitiu que informações dispersas fossem visualizadas em uma única tela, reduzindo o tempo de resposta e permitindo a alocação preditiva de recursos. Este caso ilustra como a centralização de dados via middleware é o padrão global para polícias modernas.

Casos Nacionais: PMDF e PMSC No Brasil, a Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF) implementou o Sistema Gênesis, integrando a gestão operacional e administrativa, o que eliminou o uso de papel em diversas rotinas. Similarmente, a Polícia Militar de Santa Catarina (PMSC) com o PMSC Mobile reduziu em cerca de 50% o tempo de atendimento de ocorrências ao eliminar a redundância de digitação.

A automação do fluxo operacional viabiliza a interoperabilidade em tempo real entre a escala de serviço e o controle logístico da Reserva de Armas. O sistema implementa regras de validação cruzada que condicionam a liberação de material bélico à efetiva alocação do servidor na missão específica. Essa arquitetura assegura a rastreabilidade inequívoca do acervo, impedindo sistemicamente a cautela irregular e mitigando riscos de extravio de equipamentos ou inconsistências patrimoniais.



7. METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo baseia-se em uma abordagem aplicada e exploratória, com foco na prototipagem conceitual.

Revisão Bibliográfica e Legal: Foi realizada uma revisão sistemática sobre tecnologias aplicadas à gestão operacional, interoperabilidade, Big Data e automação de processos, bem como a análise do arcabouço jurídico (CF/88, LGPD, LAI).

Análise Documental: Procedeu-se ao estudo da Lei de Organização Básica (LOB-PMAM) para mapear a estrutura hierárquica e os fluxos de informação entre as Diretorias Setoriais e os Grandes Comandos.

Levantamento de Requisitos: Identificaram-se as necessidades dos usuários finais (policiais gestores operacionais e operadores) focando nas dores relacionadas à escala de serviço e controle de material, bem como o mapeamento das principais fontes de dados (pessoal, frota, equipamentos).

Proposta de Arquitetura e Prototipagem: O estudo culmina na proposição de uma arquitetura conceitual e na simulação de interfaces (dashboards) que demonstram a viabilidade técnica da solução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa dedicou-se a investigar a necessidade de desenvolvimento de um middleware visual inteligente interoperador. Ao longo do estudo, ficou evidente que os desafios enfrentados pelas corporações não decorrem da ausência de dados, mas sim da incapacidade dos sistemas atuais em transformar esse volume massivo de informações (Big Data) em inteligência acionável e segura.

A análise do ambiente operacional revelou um cenário crítico de fragmentação. O estudo demonstrou que a implementação de um Middleware Visual Inteligente é a resposta técnica viável. A aplicação de tecnologias como Data Mining, Análise de Vínculos e a definição de perfis estereográficos permite uma gestão baseada em ciência de dados, e não apenas em rotinas administrativas.

Além de otimizar o emprego da tropa e o controle de materiais bélicos, a solução proposta adequa a corporação às leis de Proteção de Dados (LGPD), Acesso à Informação e Crimes Cibernéticos, mitigando riscos jurídicos e operacionais. Conclui-se, portanto, que a adoção dessa arquitetura não é apenas uma atualização tecnológica, mas uma necessidade estratégica para que a inovação tecnológica atinja seu principal objetivo constitucional: a eficiência na segurança pública.

REFERÊNCIAS

ALVES, Thiago. APIs: A Fundação da Integração e Comunicação entre Aplicações. 2023. DIO: Tech Week. Disponível em: <https://www.dio.me/articles/apis-a-fundacao-da-integracao-e-comunicacao-entre-aplicacoes>. Acesso em: 18 out. 2024.

AMAZONAS. Lei nº 3.514, de 08 de junho de 2010. Lei de Organização Básica da Polícia Militar do estado do Amazonas (LOB). Disponível em: <https://share.google/bKV6T7B9DwzBKwFi0>. Acesso em: 26 set. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 22 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Lei de Acesso à Informação. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm. Acesso em: 22 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.737, de 30 de novembro de 2012. Lei de Crimes Cibernéticos. Disponível em: <https://share.google/cFA6NAL9xyA9NSAJH>. Acesso em: 11 out. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em: <https://share.google/blaxpPq74cfyQEO4i>. Acesso em: 05 nov. 2025.

GUERRA, Tayane Parente; MOREIRA, Daiany Alves Araújo. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GERENCIAL NO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 1086–1100, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i3.8916. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/8916>. Acesso em: 20 nov. 2025.

KONDADO, Team. As Melhores Ferramentas para Criar Dashboards. Kondado, 2024. Disponível em: <https://kondado.com.br/blog/blog/2024/09/20/as-melhores-ferramentas-para-criar-dashboards/>.

LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P.; TANIWAKI, Célia; JOÃO, Belmiro N. Sistemas de informação gerenciais. 11. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

MAYER-SCHÖNBERGER, V.; CUKIER, K. Big Data: como extrair volume, variedade, velocidade e valor da avalanche de informação cotidiana. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

NIELSEN, Jakob. Usability engineering. San Diego: Morgan Kaufmann, 1993.

PEREIRA, Rafael. Integração de APIs. AIKO DIGITAL, 2024. Disponível em: <https://aiko.digital/integracao-de-apis/>.

PINHEIRO, Johnattan Martins. O Direito penal do inimigo e o fenômeno black hole no contexto da repressão do crime organizado. Monografia (Especialização em Inteligência de Estado e Inteligência Policial) – Gran Universitário. Curitiba. 2023. Disponível em: https://gran-pos-graduacao.s3.amazonaws.com/documentation/3181890/tcc/268_37661684424035.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIGPIWOLZPQ2O7OCQ&Expires=1692201646&Signature=ROlUfCZepYmAXd%2FG0cRiDLyzU6l%3D. Acesso em: 16 ago. 2025.

PISA, Pedro; MATTOS, Diogo. Autenticação Única nos Ambientes em Nuvem da Amazon Web Services com Integração de Usuários do Google Suite. In: WORKSHOP DE GESTÃO DE IDENTIDADES DIGITAIS, 9. , 2019, São Paulo. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019 . p. 36-47. DOI: <https://doi.org/10.5753/wgid.2019.14030>.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. Design de interação: além da interação homem-computador. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PRESSMAN, R. S. Engenharia de software: uma abordagem profissional. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2016.

SOMMERVILLE, I. Engenharia de software. 9. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2011.

TANENBAUM, A. S.; VAN STEEN, M. Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

TOMITA, Fabiano Massaharu; DE OLIVEIRA, Davi Eiji Furutani; SILVA, Luciane do Prado; GOMES, Paulo Alves. Criação E Automação De Dashboard De Acompanhamento Da Pandemia De Sars-Cov-2 No Software Power Bi. CONASEMS: Conselho Nacional de Secretarias municipais de Saúde. Disponível em: https://portal.conasems.org.br/brasil-aqui-tem-sus/experiencias/318_criacao-e-automacao-de-dashboard-de-acompanhamento-da-pandemia-de-sars-cov-2-no-software-power-bi. Acesso em: 25 set. 2024.

SCHEFFER, Daniel Munari; SOARES, Thiago Coelho. O efeito da gestão do conhecimento, da governança de projetos, da gestão de benefícios, do sucesso dos projetos no desempenho organizacional. **Gestão e Projetos: GeP**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 76-98, maio/ago. 2023. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9112934>. Acesso em: 26 dez. 2024.

STAIR, Ralph M.; REYNOLDS, George W. Princípios de Sistemas de Informação. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. p. 6-7.