

Operações Humanitárias na Amazônia - Um Framework atrelado a Inteligência Artificial

Humanitarian Operations in the Amazon - A Framework Linked to Artificial Intelligence
Operaciones humanitarias en la Amazonía: un marco vinculado a la inteligencia artificial

GT04 - Gestão de Cidades Resilientes e Sustentáveis

Aline Silva Araújo. Universidade da Amazônia – UNAMA – aline.a.viana@gmail.com

Karla Kleba Lima Taveira. Universidade da Amazônia – UNAMA – karlakleba33@gmail.com

Rosiclea Barroso F da Silva. Universidade da Amazônia – UNAMA – rosicleabarrosoferreira@gmail.com

Prof. Dr. Jones Nogueira Barros. Universidade da Amazônia – UNAMA – jnbbarros@gmail.com

RESUMO

A Amazônia, ecossistema de relevância global e palco de complexas dinâmicas socioambientais, exige uma redefinição das estratégias de resposta imediata às crises e intervenções humanitárias. O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, somados aos desafios logísticos e à necessidade de proteger a biodiversidade, impõe a busca por soluções que garantam a resiliência e a sustentabilidade das operações. Diante deste cenário, este artigo propõe o desenvolvimento de um Framework Preditivo atrelado à Inteligência Artificial (IA), com o objetivo de otimizar a tomada de decisão e a alocação de recursos em operações humanitárias na Amazônia. A pesquisa visa investigar como a aplicação estratégica da IA pode transformar as operações humanitárias, tornando-as mais resilientes, sustentáveis e inclusivas, assegurando que as comunidades tradicionais e vulneráveis sejam prioritariamente atendidas.

Palavras-Chave: Inteligência Artificial. Operações Humanitárias. Amazônia. Framework. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The Amazon, a globally relevant ecosystem and stage for complex socio-environmental dynamics, demands a redefinition of strategies for immediate response to crises and humanitarian interventions. The increasing frequency and intensity of extreme weather events, coupled with logistical challenges and the need to protect biodiversity, necessitates the search for solutions that guarantee the resilience and sustainability of operations. In this context, this article proposes the development of a Predictive Framework linked to Artificial Intelligence (AI), aiming to optimize decision-making and resource allocation in humanitarian operations in the Amazon. The research aims to investigate how the strategic application of AI can transform humanitarian operations, making them more resilient, sustainable, and inclusive, ensuring that traditional and vulnerable communities are prioritized.

Keywords: Artificial Intelligence. Humanitarian Operations. Amazon. Framework. Sustainability.

RESUMEN

La Amazonía, ecosistema de relevancia global y escenario de dinámicas socioambientales complejas, exige la redefinición de estrategias para la respuesta inmediata a crisis e intervenciones humanitarias. La creciente frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos, sumada a los desafíos logísticos y la necesidad de proteger la biodiversidad, exige la búsqueda de soluciones que garanticen la resiliencia y la sostenibilidad de las operaciones. En este contexto, este artículo propone el desarrollo de un Marco Preditivo vinculado a la Inteligencia Artificial (IA), con el objetivo de optimizar la toma de decisiones y la asignación de recursos en operaciones humanitarias en la Amazonía. La investigación busca indagar cómo la aplicación estratégica de la IA puede transformar las operaciones humanitarias, haciéndolas más resilientes, sostenibles e inclusivas, garantizando la priorización de las comunidades tradicionales y vulnerables.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Operaciones Humanitarias. Amazon. Framework. Sostenibilidad.

1. INTRODUÇÃO

As operações humanitárias na Amazônia enfrentam desafios estruturais persistentes, que incluem isolamento geográfico, precariedade logística, baixa conectividade digital, fragilidade institucional e múltiplos níveis de vulnerabilidade social. Tais condições agravam as dificuldades de respostas rápidas, coordenação interorganizacional e continuidade das ações em territórios ribeirinhos e de difícil acesso, como é o caso dos municípios da Amazônia.

Os autores Van Wassenhove (2006), Kovács e Spens (2007, 2011) e Thomas e Kopczak (2005) destacam que a eficácia da resposta humanitária depende de capacidades organizacionais, coordenação de múltiplos participantes e integração entre fluxos de informação, materiais e pessoas. No contexto amazônico, esses princípios são tensionados por desigualdades sociais e espaciais, lacunas de infra-estruturas e dinâmicas territoriais próprias (Bronzo, 2007).

De modo concomitante, o avanço das tecnologias digitais, a exemplo da análise avançada de dados, associada à inteligência artificial e a sensores inteligentes, tem aberto perspectivas relevantes para o aprimoramento das operações humanitárias e da gestão de desastres (Kondraganti, Narayanamurthy e Sharifi, 2024). Tais inovações, apoiadas em maior conectividade e na utilização de dispositivos de baixo investimento financeiro, ampliam a capacidade de monitoramento e de resposta em contextos críticos. Quando orientadas por princípios éticos e devidamente ajustadas às especificidades territoriais, essas tecnologias contribuem para elevar a previsibilidade dos eventos, otimizar a roteirização logística, qualificar a personalização das intervenções e fortalecer os mecanismos de participação cidadã, promovendo maior efetividade e legitimidade às ações empreendidas.

Adicionalmente, a literatura em sustentabilidade e governança pública sustenta que cadeias de suprimentos resilientes devem integrar responsabilidade ambiental e inclusão social como dimensões estruturantes, e não apenas complementares (Carter; Rogers, 2008; Bocken et al., 2014). Em territórios amazônicos, conforme argumenta Carla Bronzo (2007), as políticas públicas e intervenções sociais devem considerar o território como categoria analítica central, reconhecendo a infraestrutura social local, os saberes comunitários e os arranjos institucionais colaborativos.

Apesar dos avanços teóricos nesses diferentes campos, logística humanitária, inteligência artificial, sustentabilidade e governança territorial, observa-se uma fragmentação analítica na literatura. São escassas as abordagens que integrem tais dimensões em um modelo conceitual único, especialmente orientado à realidade amazônica, marcada por especificidades ambientais, sociais e institucionais próprias.

Dessa constatação emerge uma lacuna científica de um referencial integrado que articule inovação tecnológica, sustentabilidade logística e inclusão socioterritorial como elementos interdependentes da resiliência em operações humanitárias na Amazônia. Assim, o presente estudo é orientado pelo seguinte problema de pesquisa: como estruturar um framework analítico que integre inteligência artificial, sustentabilidade e inclusão social de modo a fortalecer a resiliência das operações humanitárias na Amazônia?

Diante desse cenário, este estudo propõe um framework resiliente para inovação em operações humanitárias na Amazônia, integrando três pilares centrais: (i) Inteligência Artificial como suporte à decisão; (ii) Sustentabilidade Ambiental e Logística Verde; (iii) Inclusão Social e Participação Cidadã como elementos estruturantes da resiliência territorial.

Nesse sentido, quando o framework articula os três campos analítico, integrar inteligência artificial, sustentabilidade logística e governança socioterritorial avança no debate ao superar abordagens fragmentadas frequentemente observadas na literatura, oferecendo uma perspectiva integrada e territorialmente situada para a análise das operações humanitárias em contextos amazônicos. Do ponto de vista teórico, o estudo contribui para aproximar os debates sobre logística humanitária, inovação tecnológica e governança pública, ampliando o escopo analítico do campo da Administração Pública e da gestão de desastres. Em termos práticos, o framework proposto fornece uma estrutura conceitual capaz de orientar estratégias de planejamento e tomada de decisão em operações humanitárias realizadas em territórios remotos e socioambientalmente sensíveis, como os da Amazônia.

2. OPERAÇÕES HUMANITÁRIAS, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, SUSTENTABILIDADE E GOVERNANÇA: BASES CONCEITUAIS

2.1. Operações Humanitárias e Resiliência Logística

A literatura fundamenta operações humanitárias como o conjunto de processos que envolvem planejamento, aquisição, transporte, armazenagem e distribuição de insumos, articulados para mitigar sofrimento humano e restaurar condições básicas de vida (Van Wassenhove, 2006; Thomas & Kopczak, 2005).

Em regiões remotas, a resiliência, entendida como a capacidade de resistir, adaptar-se e recuperar-se frente a intercorrências, é condicionada por fatores ambientais, institucionais e sociais. Kovács e Spens (2011) destacam a volatilidade extrema de demanda, ausência de poder coercitivo e assimetria entre doadores e beneficiários como elementos que diferenciam a operação humanitária da cadeia de suprimentos tradicional.

Além disso, a questão da resiliência logística em operações humanitárias, que operam como constructo multidimensional, ultrapassa a simples capacidade de resposta imediata. Autores como Pettit, Fiksel e Croxton (2010) e Sheffi e Rice (2005) concebem a resiliência em cadeias de suprimentos como a habilidade sistêmica de antecipar, absorver, responder e adaptar-se a rupturas severas, preservando suas funções essenciais. No contexto humanitário, essa resiliência assume contornos particulares, uma vez que as interrupções não decorrem apenas de falhas operacionais, mas de eventos extremos, conflitos armados, desastres naturais e vulnerabilidades socioinstitucionais persistentes, especialmente em territórios periféricos e remotos.

As cadeias de suprimentos humanitárias operam sob condições estruturais de elevada incerteza, tanto quanto à localização quanto ao momento de ocorrência das emergências, o que compromete a previsibilidade da demanda e dificulta o planejamento *ex ante* (Kovács; Spens, 2007). Diferentemente das cadeias comerciais, em que a demanda pode ser estimada a partir de séries históricas relativamente estáveis, as operações humanitárias lidam com picos abruptos e irregulares de necessidade, frequentemente associados à perda de infraestrutura básica e à desorganização dos mercados locais. Essa volatilidade extrema impõe severas restrições à coordenação logística, exigindo estruturas flexíveis, redundâncias operacionais e capacidade de improvisação institucional (Van Wassenhove, 2006).

Outro elemento distintivo refere-se à escassez simultânea de recursos financeiros, materiais e temporais, que tencionam a tomada de decisão logística em ambientes humanitários. Thomas e Kopczak (2005) destacam que a pressão por rapidez, aliada à dependência de doações e à multiplicidade de atores envolvidos, compromete a eficiência e a continuidade das operações. A ausência de mecanismos formais de poder coercitivo, conforme assinalado por Kovács e Spens (2011), limita a capacidade de imposição de contratos, padrões e prazos, tornando a coordenação interorganizacional fortemente dependente de confiança, legitimidade e alinhamento normativo entre agências humanitárias, governos locais e comunidades beneficiárias.

Por fim, a literatura recente aponta que a resiliência logística em operações humanitárias deve ser compreendida como um processo socialmente construído, influenciado por fatores institucionais, culturais e territoriais. Em contextos como a Amazônia, marcados por isolamento geográfico, precariedade de infraestrutura e desigualdades históricas, a resiliência não se limita à robustez técnica da cadeia de suprimentos, mas envolve a incorporação de saberes locais, redes comunitárias e arranjos colaborativos adaptados às realidades territoriais (Kovács; Spens, Pettit; Fiksel; Croxton, 2010). Assim, fortalecer a resiliência logística implica articular capacidades organizacionais, coordenação multiescalar e sensibilidade às dinâmicas sociais locais, condição essencial para a efetividade das operações humanitárias em regiões remotas e vulneráveis.

2.2. Inteligência Artificial nas Operações Humanitárias:

A Inteligência Artificial (IA) oferece a capacidade de processar volumes massivos de dados em tempo real, ampliando significativamente a capacidade analítica humana em contextos marcados por incerteza, pressão temporal e elevada complexidade decisória (Russell; Norvig, 2010). O desafio central reside em integrar essa capacidade tecnológica de forma ética e eficiente às cadeias de suprimentos e às estratégias de campo, assegurando que a inovação tecnológica se converta efetivamente em impacto humanitário. A eficácia das Operações Humanitárias (OH) depende da velocidade, precisão e alocação otimizada de recursos em ambientes de alta incerteza, emergindo não apenas como uma ferramenta de suporte, mas como um agente transformador, capaz de redefinir o paradigma da resposta às crises.

A aplicação da IA nas OH sinaliza uma mudança fundamental do modelo reativo para o preditivo, pois historicamente, as operações de socorro são desencadeadas após a ocorrência do desastre. Contudo, pesquisas recentes indicam que modelos de *machine learning* e técnicas avançadas de análise de dados têm demonstrado capacidade de antecipar a probabilidade e o impacto de eventos críticos (Abdel-Basset, Mohamed & Chesneau, 2022; Zhang, Jiang & Ghahramani, 2023).

Essa capacidade preditiva, pode ser adaptada para prever inundações, secas ou picos de necessidades logísticas, como na Amazônia. Ao prever a demanda e o risco, a IA otimiza a logística humanitária, permitindo o pré-posicionamento estratégico de suprimentos e equipes, um fator crucial para a resiliência da cadeia de suprimentos (Nunes, 2022).

O principal desafio reside na garantia da ética e da *accountability* (responsabilidade) dos sistemas autônomos (Mota, 2023). As questões como o viés algorítmico, que pode levar à discriminação na alocação de ajuda, e o problema da "caixa preta" (a dificuldade em explicar a decisão do algoritmo) exigem governança rigorosa.

Além disso, a dependência tecnológica e a segurança dos dados de populações vulneráveis representam riscos operacionais que devem ser mitigados por meio de um quadro regulatório claro e transparente (Araújo, 2025). A comunidade humanitária deve garantir que a tecnologia sirva aos princípios humanitários, e não o contrário.

A Inteligência Artificial representa a próxima fronteira na gestão de crises e operações humanitárias. A transição para um modelo preditivo, impulsionado por frameworks de IA, é imperativa para construir um futuro mais resiliente e sustentável, especialmente em regiões complexas como a Amazônia.

Contudo, o sucesso dessa transformação não será medido apenas pela precisão dos algoritmos, mas pela capacidade de implementar a IA de forma ética, transparente e centrada no ser humano.

O desenvolvimento de diretrizes claras e a colaboração entre tecnólogos, cientistas de dados e profissionais humanitários são essenciais para maximizar o potencial da IA e garantir que ela seja uma força para o bem, promovendo a inclusão e a justiça social nas crises do século XXI.

2.3. Sustentabilidade, Logística Verde

A incorporação da sustentabilidade às operações humanitárias tem se consolidado como um dos eixos centrais do debate contemporâneo em logística e gestão de cadeias de suprimentos, deslocando o foco exclusivo da eficiência operacional para uma abordagem integrada que articula desempenho econômico, responsabilidade ambiental e equidade social. Nesse sentido, Nancy M. P. Bocken et al. (2014) defendem que a sustentabilidade organizacional exige mudanças sistêmicas nos modelos de operação, de modo a alinhar criação de valor econômico com redução de impactos ambientais e geração de benefícios sociais. Para os autores, cadeias de suprimentos sustentáveis não se limitam à mitigação de danos, mas buscam reconfigurar processos, fluxos e práticas organizacionais em direção a resultados de longo prazo.

De forma convergente, Craig R. Carter e Dale S. Rogers (2008) estruturam a noção de sustentabilidade em cadeias de suprimentos a partir da integração entre três dimensões indissociáveis: desempenho econômico, gestão ambiental e justiça social. Segundo os autores, a sustentabilidade logística pressupõe decisões que simultaneamente promovam eficiência operacional, minimizem externalidades ambientais negativas e considerem os impactos sociais ao longo de toda a cadeia, incluindo fornecedores, comunidades locais e beneficiários finais. Essa abordagem é particularmente relevante em operações humanitárias, nas quais a pressão por rapidez e eficácia não elimina a necessidade de responsabilidade socioambiental.

No campo específico da logística humanitária, estudos mais recentes indicam que a sustentabilidade deve ser compreendida como elemento estruturante da resiliência operacional. Luk N. Van Wassenhove (2006) e Gyöngyi Kovács e Karen Spens (2007) destacam que operações humanitárias ocorrem, frequentemente, em contextos de fragilidade institucional, escassez de recursos e elevada vulnerabilidade socioambiental, o que torna a incorporação de práticas sustentáveis não apenas desejável, mas necessária para garantir continuidade das ações e aceitação local. Nesses contextos, a logística verde emerge como estratégia para reduzir impactos ambientais e fortalecer relações com os territórios atendidos.

Em regiões remotas e ambientalmente sensíveis, como a Amazônia, a sustentabilidade logística assume contornos ainda mais específicos. A adoção de modelos de transporte de baixo impacto ambiental, a redução de resíduos sólidos e perigosos, o uso racional de embalagens e a incorporação de fontes alternativas de energia são apontados na literatura como práticas alinhadas à logística verde em contextos humanitários (Kovács; Spens, 2011; Carter; Rogers, 2008). Além disso, o respeito à biodiversidade e aos modos de vida tradicionais constitui elemento central para evitar que intervenções humanitárias reproduzam dinâmicas de degradação ambiental ou exclusão social.

Este contexto encontra respaldo normativo e estratégico na Organização das Nações Unidas, por meio da Agenda 2030, que estabelece um conjunto integrado de objetivos voltados à promoção do desenvolvimento

sustentável. Em especial, destacam-se o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), o ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) e o ODS 10 (Redução das Desigualdades), reforçam a necessidade de alinhar operações humanitárias aos princípios de sustentabilidade ambiental e justiça social. Nesse marco, a logística humanitária sustentável passa a ser compreendida como instrumento de apoio não apenas à resposta emergencial, mas também ao fortalecimento de trajetórias de desenvolvimento territorial sustentável.

Dessa forma, a literatura contemporânea converge ao indicar que operações humanitárias sustentáveis exigem a integração entre logística verde, responsabilidade socioambiental e alinhamento estratégico à Agenda 2030. Em territórios amazônicos, essa integração torna-se condição fundamental para assegurar a efetividade das intervenções, a preservação dos ecossistemas e o respeito às comunidades locais, contribuindo para a construção de respostas humanitárias mais resilientes, legítimas e sustentáveis no longo prazo.

2.4. Participação Cidadã e Governança

A governança em territórios amazônicos caracteriza-se pela pluralidade de atores, pela interdependência entre instituições estatais e organizações comunitárias e pela centralidade das dinâmicas territoriais na produção e reprodução das vulnerabilidades sociais (Pereira et al, 2023). Nesse contexto, o território não pode ser compreendido como mero recorte espacial, mas como uma construção social complexa, na qual se articulam história, relações de poder, infraestrutura, redes sociais e capacidades institucionais locais.

Sob a perspectiva da gestão social, Fernando Guilherme Tenório (2011; 2012) sustenta que a participação cidadã constitui elemento estruturante da ação pública democrática, na medida em que processos decisórios orientados pela dialogicidade, pela inclusão e pela ausência de coerção ampliam a legitimidade das políticas e fortalecem a cidadania deliberativa. Para o autor, a efetividade das intervenções públicas está diretamente associada à capacidade de incorporar os sujeitos territoriais como coprodutores das soluções coletivas, respeitando saberes locais e dinâmicas socioculturais específicas.

Essa compreensão é aprofundada por Carla Bronzo (2007) ao defender que o território deve ser assumido simultaneamente como categoria de análise e como unidade de intervenção nas políticas públicas. (Bronzo, 2007, p. 91), evidenciando que a pobreza e a exclusão social apresentam forte concentração territorial, sendo produzidas e reforçadas por múltiplos vetores que operam no nível local. Assim, a abordagem territorial permite diagnósticos mais precisos das vulnerabilidades, ao revelar desigualdades invisibilizadas por médias agregadas e ao explicitar os chamados efeitos de vizinhança, que condicionam trajetórias individuais e coletivas.

Além disso, o território é atravessado por uma infraestrutura social, entendida como a combinação entre pessoas e lugares, englobando tanto a rede de serviços e equipamentos públicos quanto os padrões de organização comunitária, confiança, cooperação e conflito. Esses elementos condicionam a capacidade de implementação das políticas e explicam por que intervenções semelhantes produzem resultados distintos conforme o contexto territorial em que são aplicadas. Nessa perspectiva, a participação cidadã organizada e o protagonismo dos atores locais tornam-se centrais para a coordenação intersetorial, o controle social e a efetividade das políticas públicas.

Em diálogo com essas abordagens, Ansell e Gash (2020) demonstram que arranjos institucionais colaborativos, fundamentados em regras construídas de forma compartilhada, no engajamento direto dos atores envolvidos e em relações de confiança e aprendizado mútuo, ampliam a capacidade de governança em contextos territoriais complexos. Os autores reforçam que a governança colaborativa reduz assimetrias de poder e informação, fortalece a coordenação entre múltiplos setores e aumenta a legitimidade das decisões públicas, evidenciando que soluções mais sustentáveis emergem quando os atores locais participam ativamente da formulação, implementação, monitoramento e adaptação das políticas que regulam a ação coletiva.

Aplicadas às operações humanitárias em territórios amazônicos, essas contribuições indicam que a inclusão social e a participação cidadã não constituem apenas princípios normativos, mas condições estruturantes da resiliência territorial. Ao fortalecer capacidades locais, valorizar conhecimentos endógenos e promover a coprodução das ações, a governança territorial participativa amplia a capacidade adaptativa das comunidades frente a contextos de vulnerabilidade, crises recorrentes e limitações institucionais, reforçando a efetividade e a legitimidade das intervenções humanitárias.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento da Pesquisa

A presente pesquisa adota abordagem qualitativa de natureza interpretativa, adequada à compreensão de fenômenos complexos, contextuais e socialmente construídos. Parte-se do pressuposto de que operações humanitárias, tecnologias digitais e arranjos de governança territorial não constituem entidades neutras ou isoladas, mas configuram sistemas socioinstitucionais historicamente evidenciados por dimensões institucionais, ambientais e políticas.

Na perspectiva de Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa é particularmente apropriada quando se busca interpretar significados e relações estruturantes em contextos nos quais variáveis isoladas não capturam a totalidade do fenômeno investigado. Já no campo da administração, Alvesson e Sköldbberg (2009) defendem que abordagens interpretativas são fundamentais para analisar construções conceituais e modelos teóricos emergentes.

Desta forma, o estudo caracteriza-se como pesquisa teórico-conceitual com construção de framework analítico, fundamentada em revisão sistemática da literatura e análise temática indutiva, o objetivo não é de testar hipóteses estatísticas, mas sim, em desenvolver uma estrutura conceitual integrada capaz de articular inteligência artificial, sustentabilidade logística e inclusão socioterritorial no contexto das operações humanitárias amazônicas.

3.2. Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

A construção do framework analítico foi precedida por uma revisão sistemática da literatura conduzida de forma estruturada e transparente, com o objetivo de identificar e sintetizar os principais avanços teóricos relacionados às operações humanitárias, inteligência artificial, sustentabilidade logística e governança territorial. A revisão foi orientada pelas diretrizes metodológicas propostas por Tranfield, Denyer e Smart (2003), amplamente utilizadas em pesquisas na área de Administração para garantir rigor científico, sistematização e transparência na construção do conhecimento a partir da literatura existente.

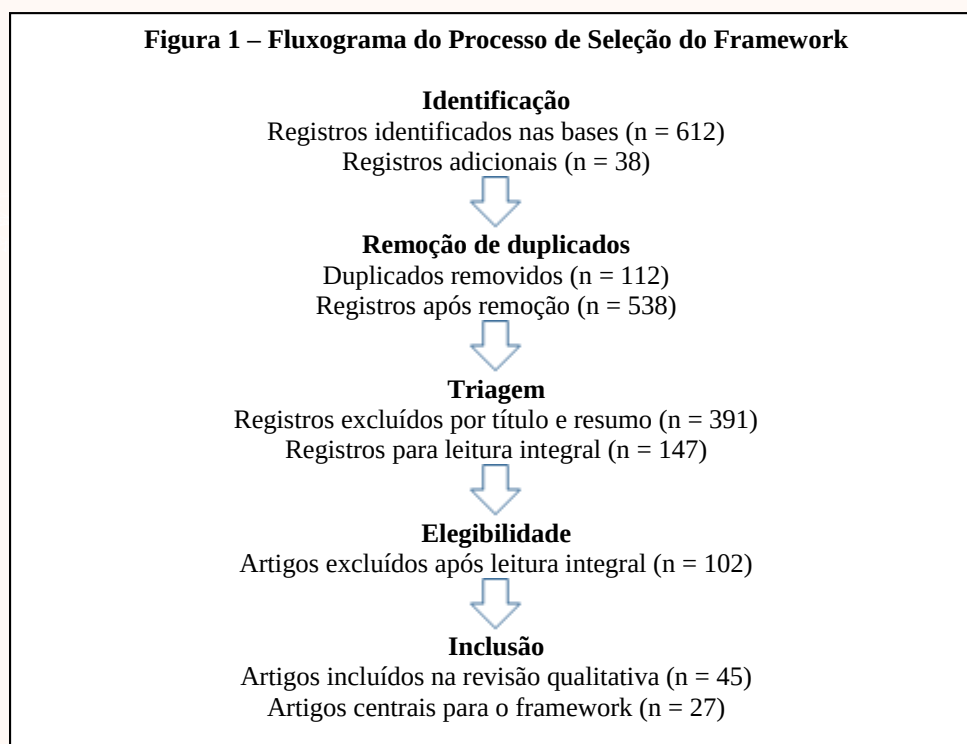
Para assegurar maior rastreabilidade e padronização no processo de seleção dos estudos, adotou-se o protocolo PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Esse protocolo consiste em um conjunto de diretrizes metodológicas que orientam a condução e a apresentação de revisões sistemáticas, estabelecendo etapas claras de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos analisados. O uso do PRISMA contribui para aumentar a transparência, a replicabilidade e o rigor metodológico do processo de revisão, permitindo que o percurso de seleção do corpus analítico seja explicitado de forma clara e verificável (Page et al., 2021).

A estratégia de busca foi realizada nas bases de dados Scopus, Web of Science, Science Direct, Springer Link, Scielo e Google Scholar, consideradas relevantes para a produção científica nas áreas de Administração, logística, sustentabilidade e gestão de desastres. O recorte temporal contemplou o período de 2005 a 2025, definido em razão da consolidação do campo da logística humanitária a partir dos anos 2000 e da intensificação recente dos estudos sobre inteligência artificial aplicada à gestão pública e às operações de resposta a desastres. Foram considerados artigos revisados por pares, publicados em português e inglês, com aderência temática às áreas de Administração Pública, logística humanitária, sustentabilidade e governança territorial.

As buscas foram orientadas por combinações booleanas envolvendo os seguintes descritores: “Humanitarian Operations” or “Humanitarian Logistics” and “Artificial Intelligence” or “Big Data Analytics” and “Sustainable Supply Chain” or “Green Logistics” and “Collaborative Governance” or “Territorial Governance” and “Amazon” or “Remote Territories”. Essa estratégia permitiu identificar estudos situados na interseção entre operações humanitárias, inovação tecnológica, sustentabilidade logística e governança territorial.

O processo inicial de identificação resultou em 650 registros, sendo 612 provenientes das bases indexadas e 38 oriundos de busca manual em referências cruzadas. Após a remoção de 112 duplicações, restaram 538 registros para a etapa de triagem. Na fase de leitura de títulos e resumos, 391 estudos foram excluídos por não atenderem ao escopo temático da pesquisa ou por apresentarem abordagem estritamente técnica, sem interface com os campos da gestão ou das políticas públicas. Permaneceram 147 artigos para leitura integral.

Na etapa de elegibilidade, foram excluídos 102 estudos, distribuídos entre foco exclusivamente técnico-operacional (34), ausência de aderência aos eixos analíticos centrais da pesquisa (29), insuficiência de robustez teórica (21) e incompatibilidade com o contexto humanitário ou territorial analisado (18). Ao final do processo, 45 artigos compuseram o corpus da revisão qualitativa, dos quais 27 foram considerados centrais para a consolidação dos pilares analíticos do framework proposto. O fluxo completo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão encontra-se sintetizado no fluxograma apresentado na Figura 1 a seguir:



Fonte: elaborado pelos autores

A sistematização apresentada evidencia a adoção de um procedimento metodológico rigoroso, transparente e replicável. O percurso de identificação, remoção de duplicidades, triagem, elegibilidade e inclusão permitiu delimitar com precisão o corpus analítico e assegurar coerência entre os objetivos da pesquisa e os eixos conceituais que estruturam o framework proposto. Ao privilegiar estudos com densidade teórica e aderência aos pilares analíticos da investigação, a revisão sistemática contribuiu para conferir consistência epistemológica à construção do modelo, fortalecendo sua robustez conceitual e sua pertinência para o debate contemporâneo sobre operações humanitárias, inovação tecnológica e governança territorial.

3.3. Estratégia de Análise

A análise do estudo foi conduzida por meio de análise temática reflexiva, conforme Braun e Clarke, (2019), permitindo identificar categorias recorrentes e padrões conceituais relacionados à capacidade preditiva, resiliência logística, sustentabilidade ambiental, logística verde, governança colaborativa e participação cidadã. A partir da articulação dessas categorias, estruturaram-se os três pilares do framework: (i) Inteligência Artificial como suporte preditivo e decisório; (ii) Sustentabilidade e Logística Verde como base operacional responsável; e (iii) Inclusão Social e Governança Territorial como dimensão sociopolítica estruturante.

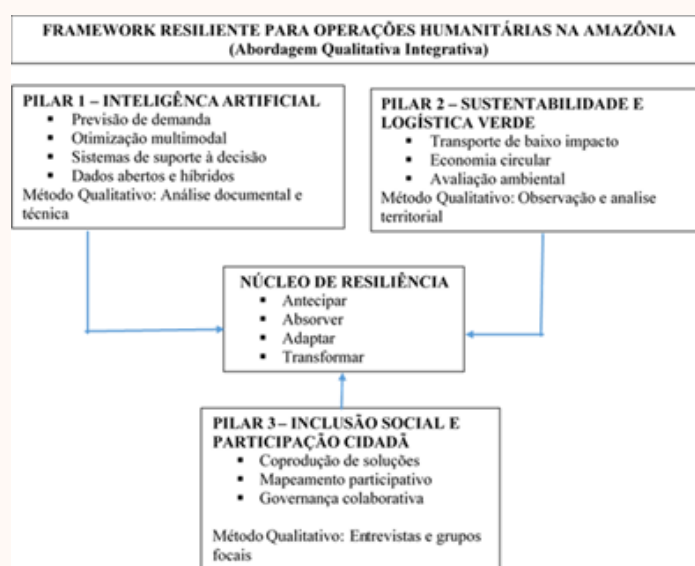
A adoção do protocolo PRISMA assegura transparência, rastreabilidade e rigor metodológico ao processo de seleção dos estudos, fortalecendo a consistência epistemológica da proposta e garantindo alinhamento entre fundamentação teórica e construção conceitual.

3.4. Construção do Framework Analítico

Com base nos achados da revisão sistemática, foi desenvolvido um framework conceitual qualitativo, estruturado a partir da articulação entre três pilares analíticos: Inteligência Artificial, Sustentabilidade Logística e Inclusão Social, conforme figura abaixo. O framework proposto não se configura como um modelo computacional ou estatístico, mas como um instrumento analítico e interpretativo, destinado a apoiar a reflexão estratégica e a tomada de decisão em operações humanitárias.

Considerando esse percurso metodológico, apresenta-se o framework analítico desenvolvido no estudo, concebido como uma síntese interpretativa das evidências identificadas na revisão sistemática da literatura. O modelo proposto busca organizar de forma integrada os principais constructos recorrentes nos estudos analisados, evidenciando as relações entre inteligência artificial, sustentabilidade logística e inclusão socioterritorial no contexto das operações humanitárias. Mais do que uma representação gráfica, o framework constitui um instrumento analítico que sistematiza as convergências teóricas identificadas na literatura e explicita os elementos estruturantes que sustentam a resiliência das operações humanitárias em territórios amazônicos. Dessa forma, o modelo contribui para estruturar uma leitura integrada do fenômeno investigado, oferecendo uma base conceitual capaz de orientar análises futuras e apoiar a reflexão estratégica sobre a gestão de operações humanitárias em contextos de elevada complexidade territorial.

Figura 2 – Framework para Operações Humanitárias na Amazônia



Fonte: Elaborado pelos Autores

A construção do framework decorreu de um processo analítico indutivo-interpretativo fundamentado nos achados da revisão sistemática da literatura, a partir da identificação de convergências teóricas e lacunas recorrentes nos estudos sobre logística humanitária, inteligência artificial, sustentabilidade e governança territorial, seguindo a lógica de construção analítica orientada pela análise temática reflexiva (Braun & Clarke, 2019).

Cada eixo foi delineado com base na recorrência de categorias centrais na literatura especializada, tais como resiliência, capacidade preditiva, sustentabilidade, logística verde e participação cidadã, articulando-as em uma perspectiva integrada. Esse movimento metodológico permitiu estruturar um modelo conceitual coerente com os debates contemporâneos do campo e sensível às especificidades das operações humanitárias em contextos amazônicos. Assim, o framework assume caráter sistêmico e contextualizado, reforçando a consistência interna da metodologia e a robustez teórica da proposta apresentada. A partir da estrutura conceitual delineada, torna-se possível avançar para a explicitação do desenho metodológico do framework proposto. Nesse sentido, a seção seguinte apresenta de forma sistematizada a arquitetura do modelo desenvolvido, detalhando seus pilares constitutivos, suas camadas analíticas e os mecanismos de interação que

estruturam o núcleo de resiliência das operações humanitárias. Busca-se, assim, explicitar como os elementos identificados na revisão sistemática são operacionalizados no framework, evidenciando a lógica de integração entre inteligência artificial, sustentabilidade logística e governança socioterritorial no contexto das operações humanitárias na Amazônia.

4. DESENHO METODOLÓGICO DO FRAMEWORK RESILIENTE PARA OPERAÇÕES HUMANITÁRIAS NA AMAZÔNIA

4.1. Estrutura Geral do Framework (Visão Macro):

O framework organiza-se em três camadas complementares, constituídas de uma camada tecnológica (Pilar 1), de suporte analítico e decisório, uma camada operacional-socioambiental (Pilar 2), como execução logística sustentável e uma terceira socioterritorial (Pilar 3) de governança, participação e legitimidade. Essas camadas são integradas por um núcleo central de resiliência, entendido como capacidade de antecipar, absorver, adaptar-se e transformar frente a choques e crises humanitárias.

4.2. Pilar 1 – Inteligência Artificial para Resposta Humanitária: (Camada Tecnológica e Analítica). Este pilar constitui a infraestrutura cognitiva do framework, responsável por reduzir incertezas e apoiar decisões em cenários de alta volatilidade. Tendo como componentes metodológicos os seguintes:

- Algoritmos de previsão de demanda: modelos preditivos baseados em séries temporais, dados climáticos, epidemiológicos e históricos de atendimento, voltados a contextos de demanda errática e imprevisível.
- Otimização de rotas multimodais: uso de modelos de otimização que consideram restrições fluviais, terrestres e aéreas, sazonalidade hidrológica e limitações de infraestrutura.
- Sistemas de suporte à decisão (SSD): ferramentas para priorização de beneficiários com base em critérios de vulnerabilidade, acessibilidade e urgência humanitária.
- Plataformas de conectividade híbrida: integração de dados abertos, sensores remotos, informações comunitárias e registros institucionais, mesmo em ambientes de baixa conectividade.

Considera-se nesse pilar que a função no framework é antecipação e adaptação, reduzindo assimetrias de informação e aumentando a capacidade preditiva da operação.

4.3. Pilar 2 – Sustentabilidade e Logística Verde, Camada Operacional e Ambiental. Este pilar orienta a execução logística, assegurando que a resposta humanitária minimize impactos ambientais e maximize a eficiência de longo prazo. O componente metodológico, consta de:

- Meios de transporte sustentáveis: uso de embarcações eficientes, motores de baixo consumo, energia solar e soluções híbridas adaptadas ao contexto amazônico.
- Gestão de resíduos e economia circular: reaproveitamento de materiais, redução de embalagens, logística reversa e descarte ambientalmente adequado.
- Avaliação de impacto ambiental: monitoramento sistemático dos efeitos das operações sobre ecossistemas sensíveis e territórios tradicionais.

Considerando o pilar de sustentabilidade e logística verde, a função no framework é a absorção do choque, garantindo continuidade operacional sem comprometer o meio ambiente e os modos de vida locais.

4.4. Pilar 3 – Inclusão Social e Participação Cidadã (Camada Socioterritorial e Institucional). Este pilar assegura a legitimidade social e institucional da intervenção, reconhecendo o território como espaço de coprodução. Os componentes metodológicos, constam de:

- Coprodução de soluções: envolvimento direto de comunidades locais no desenho, implementação e avaliação das ações humanitárias.
- Mapeamento participativo de riscos: identificação conjunta de vulnerabilidades socioambientais, rotas críticas e recursos locais.
- Governança colaborativa: arranjos baseados em confiança, transparência, diálogo e compartilhamento de responsabilidades entre Estado, organizações humanitárias e sociedade civil.

Neste pilar a função no framework é de transformação, fortalecendo capacidades locais e o tecido social territorial.

4.5 Integração dos Pilares: constitui-se o núcleo de resiliência, ou seja, a resiliência do framework proposto, não reside em nenhum pilar isoladamente, mas emerge da interação sistêmica entre eles. A dinâmica de integração consiste em:

- IA + Sustentabilidade → decisões logísticas mais eficientes e ambientalmente responsáveis.
- IA + Inclusão Social → modelos decisórios informados por dados técnicos e saberes locais.
- Sustentabilidade + Inclusão → operações legitimadas socialmente e ambientalmente sensíveis.

Como resultados emergentes do modelo proposto, espera-se o fortalecimento da capacidade preditiva e adaptativa das operações humanitárias, permitindo antecipar cenários críticos e responder de maneira mais estratégica às dinâmicas de risco que caracterizam o contexto amazônico. Tal aprimoramento tende a contribuir para a redução de vulnerabilidades logísticas estruturais, especialmente aquelas associadas ao isolamento territorial, à precariedade de infraestrutura e à volatilidade da demanda. Paralelamente, a integração entre inteligência artificial, sustentabilidade e participação cidadã favorece o fortalecimento do tecido social local e da governança territorial, ao estimular arranjos colaborativos e a coprodução de soluções contextualizadas. Como consequência, projeta-se a ampliação da eficiência operacional articulada à legitimidade institucional, assegurando que as intervenções humanitárias sejam não apenas tecnicamente eficazes, mas socialmente reconhecidas, ambientalmente responsáveis e territorialmente sensíveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou a proposição de um Framework Analítico fundamentado na Inteligência Artificial como estratégia para a inovação das operações humanitárias na Amazônia. A partir de uma abordagem qualitativa, foi possível compreender que a superação do modelo predominantemente reativo em direção a uma lógica preditiva não se limita à adoção de tecnologias, mas envolve transformações organizacionais, institucionais e territoriais profundas.

A principal contribuição teórica do estudo reside na integração interpretativa entre Inteligência Artificial, resiliência logística, sustentabilidade e inclusão social, elementos que, embora amplamente discutidos na literatura, permanecem frequentemente fragmentados. Ao articulá-los em um framework conceitual único, o estudo amplia o campo da logística humanitária ao evidenciar que a tecnologia deve ser compreendida como parte de um arranjo sociotécnico mais amplo, condicionado por valores éticos, governança territorial e participação cidadã.

Sob a perspectiva prática, o framework oferece subsídios relevantes para gestores públicos, organizações humanitárias e organismos internacionais, ao indicar caminhos para a incorporação da Inteligência Artificial de forma contextualizada, sensível às especificidades amazônicas e alinhada aos princípios da sustentabilidade e da justiça social. A abordagem qualitativa permitiu evidenciar que a efetividade das operações humanitárias depende não apenas da eficiência logística, mas também da legitimidade social, do respeito aos saberes locais e da cooperação entre múltiplos atores.

Reconhecem-se, contudo, limitações inerentes ao estudo, especialmente relacionadas à sua natureza teórico-conceitual e à ausência de validação empírica direta em campo. Embora o framework tenha sido construído a partir de sólida base teórica, sua aplicação prática requer investigações futuras que envolvam estudos de caso, observação direta e interação com atores locais.

Como agenda de pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos qualitativos aprofundados em territórios amazônicos específicos, com foco na análise das experiências concretas de uso da Inteligência Artificial em operações humanitárias. Ademais, sugere-se o aprofundamento das discussões sobre governança ética da IA e seus impactos na inclusão social e na sustentabilidade ambiental.

Em síntese, o artigo contribui para o avanço do debate acadêmico ao propor um framework qualitativo que integra inovação tecnológica, sustentabilidade e participação social, oferecendo uma lente analítica robusta para repensar as operações humanitárias na Amazônia sob uma perspectiva resiliente, ética e territorialmente situada.

REFERÊNCIAS

- Abdel-Basset, M., Mohamed, M., & Chesneau, F. (2022). *A review of machine learning for disaster prediction applications: Algorithms, strategies and future outlook*. Environmental Science and Pollution Research, 29, 72045–72078.
- Alvesson, M., & Skoldberg, K. (2009). *Reflexive methodology: New vistas for qualitative research* (2nd ed.). Sage Publications.
- Ansell, Chris; Gash, Alison. Collaborative governance in theory and practice. Journal of Public Administration Research and Theory, Oxford, v. 30, n. 1, p. 1–18, 2020.
- Araújo, L. S. (2025). Choques externos e agenda governamental: um estudo sobre desastres naturais, inteligência artificial e políticas públicas (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, PR. Recuperado de [URL do Repositório UNILA: <https://dspace.unila.edu.br/items/96ec091a-32d7-4042-8c32-cc0e5be99f04>].
- Bocken, Nancy M. P. et al. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. Journal of Cleaner Production, v. 65, p. 42–56, 2014.
- Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 11(4), 589–597.
- Bronzo, Carla. Território como categoria de análise e como unidade de intervenção nas políticas públicas. In: Fahel, Murilo; Neves, Jorge Alexandre Barbosa (org.). *Gestão e avaliação de políticas sociais no Brasil*. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2007. p. 91–100.
- Carter, Craig R.; Rogers, Dale S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 38, n. 5, p. 360–387, 2008.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2006). *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed.). Sage Publications.
- Kondraganti, Abhilash; Narayanamurthy, Gopalakrishnan; Sharifi, Hossein. A systematic literature review on the use of big data analytics in humanitarian and disaster operations. Annals of Operations Research, v. 335, p. 1015–1052, 2024.
- Kovács, G.; Spens, K. M. Humanitarian logistics in disaster relief operations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Bingley, v. 37, n. 2, p. 99–114, 2007.
- Kovács, G.; Spens, K. M. Trends and developments in humanitarian logistics – a gap analysis. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Bingley, v. 41, n. 1, p. 32–45, 2011.
- Mota, R. G. (2023). O emprego da inteligência artificial na guerra, efeitos e limites à luz do direito internacional humanitário. Revista Intellector, 1 (1), 1-15. Recuperado de [URL da Revista: <https://revistaintellector.org.br/index.php/intellector/article/view/38>]
- Nunes, R. M. S. (2022). Resiliência em cadeias de suprimentos humanitárias (Tese de Doutorado). Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP. Recuperado de [URL do Repositório FGV: <https://repositorio.fgv.br/items/fb96cce4-c0b3-474b-b860-3e378ce46745>]
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Pereira, A. K.; Gomide, A. de Á.; Machado, R.; Ibiapino, M. Arranjos de governança para a sustentabilidade socioambiental na implementação de grandes projetos de infraestrutura na Amazônia brasileira. Cadernos EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 21, n. 5, e2021-0073, 2023.
- Pettit, T. J.; Fiksel, J.; Croxton, K. L. Ensuring supply chain resilience: development of a conceptual framework. *Journal of Business Logistics*, Hoboken, v. 31, n. 1, p. 1–21, 2010.
- Russell, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.
- Sheffi, Y.; Rice JR., J. B. A supply chain view of the resilient enterprise. MIT Sloan Management Review, Cambridge, v. 47, n. 1, p. 41–48, 2005.
- Tenório, Fernando Guilherme. Gestão social: reflexões teóricas e conceituais. Cadernos EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 681–703, 2011.



EBAP

Encontro Brasileiro de Administração Pública
XIII EBAP, Junho de 2026, Brasília-DF, Brasil

ARTIGO

Tenório, Fernando Guilherme. Gestão social: uma perspectiva conceitual. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 351–370, 2012.

Thomas, A.; Kopczak, L. R. From logistics to supply chain management: the path forward in the humanitarian sector. *San Francisco: Fritz Institute*, 2005.

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.

Van Wassenhove, L. N. Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear. *Journal of the Operational Research Society*, London, v. 57, n. 5, p. 475–489, 2006.

Zhang, Y., Jiang, B., & Ghahramani, Z. (2023). *Artificial intelligence in emergency decision-making: A review of neural network and machine learning applications*. *Expert Systems with Applications*, 224, 120349.