



De 11 a 14 - NOVEMBRO DE 2024

**Inteligência Artificial
na Gestão de Operações:**
Limitações e possibilidades



MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NAS OPERAÇÕES DE LOGÍSTICA HUMANITÁRIA: AS CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

MARIA JÚLIA GUSMÃO DE CARVALHO NETO – maria.gusmao.017@ufrn.edu.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

MARIANA RODRIGUES DE ALMEIDA - almeidamariana@yahoo.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN

ÁREA: 2. LOGÍSTICA

SUBÁREA: 2.1 - GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

RESUMO: CONSIDERANDO QUE O AUMENTO DO NÚMERO E DA INTENSIDADE DE DESASTRES NATURAIS REPRESENTAM UM PROBLEMA COMPLEXO PARA SOCIEDADE EM MÚLTIPLAS DIMENSÕES, AS OPERAÇÕES DE LOGÍSTICA HUMANITÁRIA PRECISAM ALCANÇAR DETERMINADOS NÍVEIS DE EFICIÊNCIA QUE AS PERMITAM SALVAR VIDAS, DIMINUIR O SOFRIMENTO E DEFENDER A DIGNIDADE HUMANA APÓS A OCORRÊNCIA DE CATÁSTROFES. NESSE CONTEXTO, A MEDIÇÃO DE DESEMPENHO SE APRESENTA COMO UMA FERRAMENTA FUNDAMENTAL PARA A GESTÃO DAS OPERAÇÕES E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) SURGE COMO ALIADA NA OTIMIZAÇÃO DO CONTROLE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO. O ARTIGO TEM COMO OBJETIVO INVESTIGAR A CONTRIBUIÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA OS SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO EM OPERAÇÕES DE LOGÍSTICA HUMANITÁRIA FRENTE À OCORRÊNCIA DE DESASTRES NATURAIS. CONCLUI-SE QUE A APLICAÇÃO DA IA NA MENSURAÇÃO DOS INDICADORES PODE TRAZER MELHORIAS SIGNIFICATIVAS EM TERMOS DE PRECISÃO E EFICIÊNCIA PERMITINDO UMA RESPOSTA MAIS RÁPIDA E ADAPTÁVEL DAS CADEIAS DE SUPRIMENTO, FATORES ESSENCIAIS NO CONTEXTO EMERGENCIAL DE DESASTRES NATURAIS.

PALAVRAS-CHAVES: LOGÍSTICA HUMANITÁRIA; MEDIÇÃO DE DESEMPENHO; INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL; EFICIÊNCIA.

1. INTRODUÇÃO

O artigo que se apresenta tem como objeto de investigação a contribuição da Inteligência Artificial para os sistemas de medição de desempenho em operações de Logística Humanitária frente à ocorrência de desastres naturais.

O número e a intensidade de desastres naturais vêm aumentando a cada ano. O relatório *Provisional State of the Global Climate 2023*, da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2023), mostra que os indicadores climáticos, nesse ano, atingiram níveis máximos em termos de: emissão de gases com efeito estufa, temperaturas da superfície, calor e acidificação dos oceanos, nível do mar, cobertura de gelo marinho na Antártida e recuo dos glaciares.

No ano de 2023, a Base de Dados de Eventos de Emergência (EM-DAT) contabilizou um total de 399 desastres naturais. Esses eventos causaram 86.473 mortes e impactaram 93,1 milhões de pessoas. As perdas econômicas totalizaram 202,7 bilhões de dólares (CRED, 2023). Ilustrando esse contexto, no mês de maio do ano vigente, o estado do Rio Grande do Sul (RS), já marcado por um histórico de inundações que impactam de forma significativa zonas urbanas e rurais do estado, foi atingido por fortes chuvas que vêm causando impactos devastadores na região.

Até o momento da escrita deste trabalho, os dados indicam que 478 municípios foram atingidos, com 10.793 pessoas em abrigos e 422.753 desalojados. O número de afetados chega a 2.398.255, com 806 feridos, 39 desaparecidos e 176 óbitos confirmados, tornando esse o maior desastre relacionado ao clima no sul do Brasil, segundo a Defesa Civil do estado (DEFESA CIVIL/RS, 2024).

Realidades como essas representam um problema complexo que perturba a sociedade em múltiplas dimensões abrangendo aspectos sociais, psicológicos, econômicos, ambientais, de infraestrutura e de saúde pública. Nesse contexto, as operações de Logística Humanitária, em resposta a eventos dessa natureza, precisam alcançar determinados níveis de eficiência que as permitam salvar vidas, diminuir o sofrimento e defender a dignidade humana após a ocorrência de catástrofes.

Partindo da compreensão de que a capacidade de resposta das cadeias humanitárias é diretamente afetada por boas práticas de gestão, a medição de desempenho aparece como uma ferramenta essenciais para “monitorar o desempenho passado e estimular ações futuras”

(Neely, Gregory e Platts, 2005, p.1256). O uso de indicadores abre espaço para a compreensão de como as operações podem ser melhoradas e possibilitam o conhecimento de como os recursos foram utilizados, contemplando aspectos importantes como transparência e responsabilidade fiscal.

Considerando a realidade contemporânea das operações logísticas observa-se a presença de fatores como grandes volumes de dados que, combinados com a análise preditiva, podem potencializar o desempenho das cadeias de abastecimento humanitárias. Essa combinação além de promover uma melhor coordenação e uma reconstrução mais ágil, também aumenta a transparência, demonstrando que o uso de Inteligência Artificial (IA) pode ser um poderoso aliado na melhoria da medição de desempenho (Nyathani, 2023).

Diante do exposto, define-se para este artigo o seguinte objetivo: analisar como a Inteligência Artificial pode contribuir com as abordagens existentes de medição de desempenho em operações de Logística Humanitária por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Para tanto, recorre-se a pesquisa documental e bibliográfica no que diz respeito aos conceitos de Logística Humanitária, desastre natural e medição de desempenho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Logística Humanitária

A Logística Humanitária é definida por Wassenhove (2006, p. 476) como sendo “o conjunto de processos e sistemas envolvidos na mobilização de pessoas, recursos, habilidades e conhecimentos para ajudar uma população vulnerável afetada por desastres”. Nesse contexto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é marcado por picos de demanda, suprimentos incertos e intervalos de tempo críticos, tudo isso em meio a uma infraestrutura frágil e que requer operações de grande abrangência (Apte, 2009).

Diante dos aspectos mencionados, fica evidente que a Logística Humanitária opera em um cenário de sobrecarga, inseguranças, conflitos de interesses e constante necessidade de adaptações. Dessa forma, torna-se indispensável a busca por abordagens robustas de gestão que estabeleçam o alinhamento do planejamento estratégico, tático e operacional para o alcance de um objetivo comum: o alívio sofrimento humano.

Para atingir tal objetivo têm-se os atores da ação como um dos elementos chave. Kovács e Spens (2007) apontam que, nas operações humanitárias, diferentes partes

interessadas se relacionam e apresentam motivações distintas para integrar a rede de abastecimento, além disso a demanda não é motivada por uma preferência de consumo, mas sim pelo resultado de uma crise. Sabendo que cada uma das partes desempenha um papel específico para a garantia de uma resposta coordenada, os autores destacam a participação dos seguintes atores: agências de ajuda, governos anfitriões, doadores, militares e prestadores de serviços logísticos extrarregionais.

Indo além do sistematizado pelos autores antes referenciados, destaca-se ainda, a partir da realização da análise documental sobre as enchentes no Rio Grande do Sul em maio de 2024, a participação de outros atores no contexto do gerenciamento de crises na Logística Humanitária: voluntários, empresas privadas, profissionais da saúde, pesquisadores e mídia.

Diante do detalhamento apresentado, entende-se que a colaboração efetiva entre esses atores é vital para superar desafios logísticos, garantir a eficiência na entrega de ajuda humanitária e responder de maneira abrangente às necessidades das comunidades afetadas por desastres naturais.

2.2. Inteligência Artificial

Inteligência Artificial é definida por Haenlein e Kaplan (2019, p.1) como sendo “a capacidade de um sistema de interpretar dados externos corretamente, aprender com eles e usar esse aprendizado para atingir objetivos e tarefas específicas por meio de adaptação flexível”, entende-se que tal recurso simula a inteligência humana e amplia a capacidade de resolução de problemas em diversos domínios da sociedade: saúde, manufatura, transporte, energia, serviços financeiros, bancos e agências governamentais (Ravi *et al.*, 2017), com as operações logísticas não é diferente.

O recente progresso na digitalização das operações logísticas resulta da conectividade em tempo real de ativos com as plataformas, fazendo que máquinas, veículos e dispositivos sejam monitorados por meio de sensores, prevenindo falhas, aumentando a segurança da operação e servindo como base para tomada de decisões (Boute e Udenio, 2021), todos esses aspectos aumentam a integração global e, conseqüentemente, a competitividade entre as organizações (Gunasekaran *et al.*, 2015).

No contexto da Logística Humanitária os mesmos ganhos são observados, porém, com um impacto ainda maior: o aumento da eficiência das operações reflete no auxílio à população vulnerável. Para Dubey *et al.* (2020) o alinhamento e a colaboração de informações melhoram

a agilidade da cadeia de suprimentos e os sistemas baseados em IA possibilitam a automatização de tomada de decisões que aceleram a resposta à emergência.

O aumento da eficiência antes citado também é consequência da utilização da IA na mensuração do desempenho das operações de socorro. Blasch, Liu e Zheng (2018) exploram a aplicação da inteligência artificial (IA), particularmente o *Deep Learning*, na avaliação do desempenho das operações e afirmam que a junção dos recursos possibilita avaliações mais precisas e em tempo real, além de analisar grandes volumes de dados, descobrir padrões e fornecer *insights* dificilmente acessados por meio de técnicas tradicionais.

Entende-se, portanto, que, abordagens baseadas em IA podem oferecer métricas de desempenho instantâneas, aprimorar a distribuição de recursos e sustentar os processos de tomada de decisão estratégica, resultando, em última análise, em maior produtividade e competitividade (Massaro *et al.*, 2021).

2.3. Medição de desempenho

Neely, Gregory e Platts (2005) definem a medição de desempenho como o processo de quantificação da eficiência e eficácia da ação, que deve estar alinhado aos objetivos da organização, além disso eles examinam a medição de desempenho em três níveis: medidas de desempenho individuais, conjuntos de métricas de desempenho (o sistema de medição de desempenho) e a relação entre o sistema de medição de desempenho e seu ambiente.

2.3.1. SISTEMA DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NA LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

Ao explorar a aplicação de sistemas de medição de desempenho na Logística Humanitária, Anjomshoe, Hassan e Wong (2019) a reconhecem como um instrumento essencial. Segundo os autores, esse sistema de monitoramento e controle responde às exigências crescentes de autoridades e doadores, que demandam maior eficiência e transparência nos processos das organizações, contribuindo significativamente para o aumento da capacidade de resposta rápida e efetiva em situações de crise e garantindo que os recursos sejam utilizados de maneira mais eficaz.

Essa demanda por eficiência e transparência tornou-se ainda mais exigida depois da pandemia de Covid-19, em que a falta de sistemas rigorosos de medição do desempenho fez com que doadores e público em geral se tornassem ainda mais descrentes em relação às

alegações das organizações sobre o impacto da assistência humanitária (Anjomshoe *et al.*, 2022).

Apesar da crescente conscientização sobre a importância da mensuração de desempenho em operações humanitárias, a realidade mostra que ainda há uma escassez significativa nesse aspecto, especialmente quando comparada ao ambiente comercial. Esta lacuna é discutida por diversos autores (Balcik; Beamon, 2008; Abidi; De Leeuw; Structured, 2014; Fernandes; Taglialenha; Silva, 2016; Anjomshoe; Hassan; Wong, 2019; Agarwal; Kant; Shankar, 2019), que ressaltam a complexidade inerente ao contexto das operações humanitárias como um fator desafiador à prática de mensuração de desempenho.

Além disso, a imprevisibilidade e a magnitude das missões realizadas, aliadas aos diversos níveis de interesse envolvidos, tornam a representação dessas atividades em números uma tarefa extremamente desafiadora. Para além das dificuldades, porém, urge uma necessidade de investimento nas práticas de medição, gerenciamento e melhoria do desempenho das cadeias de abastecimento humanitária considerando a necessidade de avaliar a execução das operações e prestar contas à sociedade, com o objetivo de aliviar o sofrimento das pessoas, minimizar as perdas econômicas e aumentar o nível de confiança dos doadores (Fernandes, Taglialenha e Silva, 2016).

Para suprir essa necessidade, diversos pesquisadores adaptaram estruturas do setor comercial para o humanitário, especialmente para a resposta a desastres. Isso corrobora a afirmação de (Abidi, Leeuw, de e Dullaert, 2020) de que "práticas de gestão de desempenho usadas nos negócios podem ser aplicadas e são relevantes para as cadeias de suprimentos humanitárias".

3. MÉTODO DE PESQUISA

Para a construção da fundamentação teórica, base das investigações acadêmicas e essencial para o rigor no planejamento do estudo, conduziu-se uma revisão bibliográfica que proporcionou uma visão abrangente sobre os estudos na área de logística humanitária, desastres naturais e medição de desempenho. Nessa pesquisa, foram analisados artigos, teses e capítulos de livros que dão ao autor o suporte técnico necessário à construção da pesquisa e o preparam em termos de conhecimento e familiaridade com o assunto estudado, além de delimitar a temática de investigação e explicitar o seu grau de evolução (Miguel, 2007).

Em seguida, fez-se o uso de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), a fim de

contribuir com o estoque de conhecimento confiável e aprimorar a prática, por meio do desenvolvimento de pesquisas sensíveis ao contexto de medição de desempenho nas operações de logística humanitária na ocorrência de desastres naturais do tipo enchentes (Tranfield, Denyer e Smart, 2003). Nessa ocasião, buscou-se, em um primeiro momento, identificar os principais indicadores de desempenho utilizados e como eles se relacionam. Em seguida, alocou-se cada indicador nas fases das operações de logística humanitária. Por fim, identificou-se lacunas em cada uma das fases.

As revisões sistemáticas se caracterizam por serem “metódicas, abrangentes, transparentes e replicáveis” e, uma vez realizadas com o rigor necessário, são contribuições novas e importantes para o conhecimento por si só (Siddaway, Wood e Hedges, 2019). A partir de um levantamento realizado para selecionar um referencial como base para a construção da RSL, escolheu-se o trabalho de Tranfield, Denyer e Smart (2003).

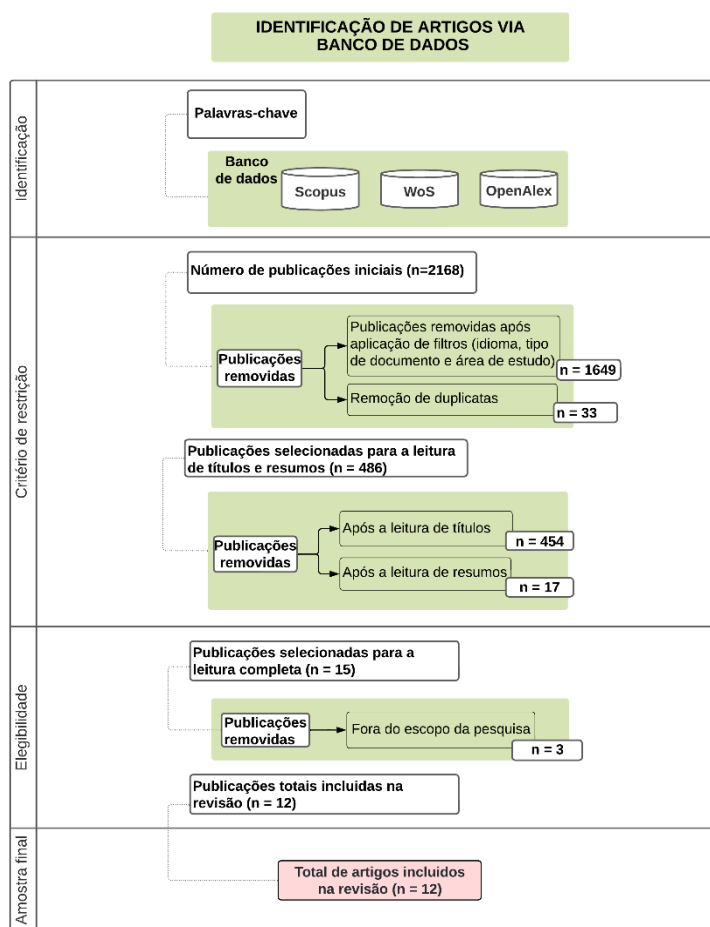
A fim de auxiliar na compreensão do conteúdo, dos processos e do discurso (Dalglish, Khalid e McMahon, 2020), fez-se uso da análise documental como parte do procedimento da pesquisa. Essa técnica contribui com informações atualizadas sobre a área estudada, trazendo para pesquisa uma contemporaneidade necessária ao tópico de desastres naturais e mudanças climáticas, por exemplo.

Vale ainda destacar o estudo dos dados fornecidos pelo EM-DAT, um banco de dados mantido pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (CRED), integrante da Universidade de Louvain (UCLouvain). As informações são compiladas a partir de várias fontes, incluindo agências da ONU, organizações não governamentais, empresas de resseguro, institutos de pesquisa e agências de imprensa, funcionando como um dos principais inventários de perigos e desastres em todo o mundo desde 1988.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para compreender a utilização de sistemas de medição de desempenho nas operações de Logística Humanitária, esta revisão analisa as contribuições dos 12 artigos selecionados. A Figura 2 apresenta o diagrama PRISMA de forma a representar graficamente a metodologia adotada para a condução da RSL.

Figura 2 - Diagrama PRISMA (RSL)



Fonte: De autoria própria (2024).

A revisão sistemática da literatura foi conduzida seguindo um processo estruturado, conforme representado no diagrama da Figura 2. Em um primeiro momento foram definidas palavras-chave específicas (*Performance Measurement AND Humanitarian Logistics*) para a busca de publicações relevantes em três bases de dados de projeção internacional: Scopus, *Web of Science* (WoS) e OpenAlex. A pesquisa inicial resultou em um total de 2168 publicações.

Na fase seguinte, foram aplicados filtros para refinar os resultados, considerando critérios como idioma, tipo de documento e área de estudo, resultando na remoção de 1649 publicações. Foram consideradas obras em português, francês, inglês ou espanhol. O tipo de documento considerado foi artigo, e as áreas de estudo foram escolhidas em cada base de dados da seguinte forma: Scopus: Negócios, Gestão e Contabilidade; Engenharia; Economia, Econometria e Finanças; WoS: Gestão; Ciência de Gestão e Pesquisa Operacional; Engenharia Industrial; Engenharia de Fabricação; Negócios; Economia; Administração Pública; Transporte; OpenAlex: Comportamento Organizacional e Recursos Humanos;

Estratégia e Gestão; Gestão, Monitoramento, Política e Lei; Engenharia Industrial e de Fabricação; Administração Pública. Em seguida, foram identificadas e eliminadas 33 publicações duplicadas.

Após essas etapas, restaram 486 publicações para a triagem inicial. A triagem prosseguiu com a leitura dos títulos das publicações, levando à exclusão de 454 artigos que não atendiam aos critérios de inclusão. Em seguida, os resumos das publicações restantes foram analisados, resultando na remoção de mais 17 artigos. Dessa forma, 15 publicações foram selecionadas para a leitura completa. Durante a fase de leitura completa, 3 publicações foram removidas por estarem fora do escopo da pesquisa, resultando em um total de 12 artigos incluídos na revisão final. Assim, após uma análise sequencial, foram selecionados e revisados 12 artigos que atendiam aos critérios estabelecidos, contribuindo para a base de conhecimento da pesquisa em questão.

A partir da seleção e revisão dos artigos, realizou-se a sistematização dos indicadores de desempenho seguindo as cinco categorias propostas por Moe *et al.* (2007): tempo, qualidade, desempenho e custo. Com base nos estudos que resultaram na escrita deste artigo acrescentou-se a categoria sustentabilidade a fim de identificar de que forma os impactos ambientais resultantes dos desastres naturais são mensurados a nível estratégico. O Quadro 1 sintetiza a referida sistematização.

Quadro 1 - Sistematização dos indicadores de desempenho

<i>Categoria</i>	<i>Indicadores de desempenho</i>	<i>Artigo</i>
<i>Tempo</i>	Tempo do ciclo de abastecimento; Tempo do ciclo de montagem; Tempo do ciclo de cumprimento da entrega; Tempo de resposta; Tempo de espera; Tempo médio de resposta; Tempo para a primeira resposta; Tempo de entrega	Qing Lu, 2015; Ali Anjomshoe, 2018; Narath Bhusiri, 2021; Giulia Santarelli, 2013; Ira Haavisto, 2015; Sarah Schiffing, 2013; Laura Laguna Salvadó, 2013
<i>Qualidade</i>	Qualidade e disponibilidade dos itens de socorro; Qualidade da reconstrução de infraestruturas; Percentual de pedidos entregues na íntegra; Confiabilidade da data de entrega; Percentual de pedidos entregues sem erros; Percentual de itens entregues sem danos; Percentual de pedidos corretos	Qing Lu, 2015; Ali Anjomshoe, 2018; Dušan Repík, 2022; Narath Bhusiri, 2021; Giulia Santarelli, 2013; Sarah Schiffing, 2013
<i>Desempenho</i>	Desempenho de entrega; Desempenho de entrega na data comprometida com o cliente; Precisão da documentação; Precisão da documentação de armazenamento; Precisão da documentação de entrega;	Qing Lu, 2015; Ali Anjomshoe, 2018; Dušan Repík, 2022; Narath Bhusiri, 2021; Giulia Santarelli, 2013; Sabine F. Schulz, 2009; Ira

	Percentual de condição perfeita; Resposta a eventos externos; Flexibilidade ascendente da cadeia de suprimentos; Flexibilidade ascendente de abastecimento; Flexibilidade ascendente de entrega; Flexibilidade de fornecimento; Flexibilidade de distribuição; Velocidade de entrega para beneficiários e doadores; Grau de compartilhamento de informações; Grau de cooperação; Grau de padronização; Eficiência na distribuição de ajuda; Eficiência na obtenção de recursos necessários; Utilização eficaz de recursos dentro das organizações humanitárias; Eficiência na gestão de recursos financeiros para esforços de socorro; Tempo do ciclo; Tempo médio de treinamento por pessoa	Haavisto, 2015; Sarah Schiffing, 2013; Laura Laguna Salvadó, 2013; Arzu Tuygun Toklu, 2017
<i>Custos</i>	Custo para planejar; Custo para abastecer; Custo para gerenciar o estoque de produtos; Custo para entregar; Custo de mitigação de riscos da cadeia de suprimentos; Custo para gerenciar o desempenho da cadeia de suprimentos; Eficácia do orçamento na alocação de recursos; Eficiência na gestão de recursos financeiros para esforços de socorro; Custos totais da cadeia de suprimentos; Custos ambientais; Custo dos bens; Custos de transporte; Custos de armazenamento; Custos de distribuição; Custos de embalagem; Custo de aquisição; Custos retidos	Qing Lu, 2015; Ali Anjomshoe, 2018; Narath Bhusiri, 2021; Giulia Santarelli, 2013; Sarah Schiffing, 2013; Laura Laguna Salvadó, 2013; Arzu Tuygun Toklu, 2017
<i>Sustentabilidade</i>	Sustentabilidade dos projetos de ajuda; Gestão de resíduos; Iniciativas verdes; Design sustentável da rede; Design sustentável da cadeia de suprimentos humanitária; Redução das emissões de carbono	Dušan Repík, 2022; Narath Bhusiri, 2021; Arzu Tuygun Toklu, 2017; Sachin Agarwal, 2022; Sarah Schiffing, 2013; Laura Laguna Salvadó, 2013

Fonte: De autoria própria (2024).

A análise dos dados revela tendências e lacunas que merecem atenção e abrem espaço para pesquisas futuras, partindo-se da ideia de que o uso de Inteligência Artificial (IA) pode otimizar a medição de desempenho. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser empregados para processar grandes volumes de dados de maneira eficiente, identificando padrões e tendências que podem passar despercebidos em análises manuais. Na categoria de Tempo, por exemplo, algoritmos podem monitorar indicadores como "Tempo do ciclo de abastecimento" e "Tempo de resposta", fornecendo alertas instantâneos sobre possíveis atrasos e permitindo uma resposta ágil. Ademais, a alocação de recursos pode ser definida em tempo real, a partir de um ajuste automático dos planos de logística com base em mudanças nas condições pós-desastre.

Indicadores como "Flexibilidade da cadeia de suprimentos" e a "Eficiência na gestão de recursos financeiros", pertencentes a categoria de Desempenho, podem ser otimizados a

partir da análise de dados históricos e da previsão de cenários futuros, essenciais para a melhoria da capacidade de adaptação da cadeia de suprimentos imersa em um cenário de incertezas. A categoria de Custos pode ser otimizada com o suporte da IA tanto por meio da identificação de desperdícios e ineficiências, como pela análise de *trade off* envolvendo, por exemplo, custo e qualidade da operação. No que se refere a categoria de Sustentabilidade, algoritmos podem monitorar indicadores como "Redução das emissões de carbono", além de otimizar rotas de transporte com o objetivo de minimizar o impacto das emissões de carbono.

5. CONCLUSÕES

O aumento do número e da intensidade de desastres naturais representam um problema complexo que perturba a sociedade em múltiplas dimensões. Nesse contexto, as operações de Logística Humanitária, em resposta a eventos dessa natureza, precisam alcançar determinados níveis de eficiência que as permitam salvar vidas, diminuir o sofrimento e defender a dignidade humana após a ocorrência de catástrofes.

Nesse contexto, surge como uma alternativa viável. Neste estudo objetivamos analisar a contribuição da Inteligência Artificial para os sistemas de medição de desempenho em operações de Logística Humanitária frente à ocorrência de desastres naturais. Para isso dividiu-se os indicadores de medição de desempenho em cinco categorias com base na classificação proposta por Moe et al. (2007): tempo, qualidade, desempenho e custo. A categoria sustentabilidade foi acrescentada a fim de se identificar de que forma os impactos ambientais resultantes dos desastres naturais são mensurados a nível estratégico.

Ao fim dessa sistematização, descobriu-se que os indicadores de medição de desempenho propostos são importantes e cobrem parte das necessidades identificadas nas operações humanitárias. Entretanto, fica evidente que a aplicação da Inteligência Artificial na mensuração dos indicadores pode trazer melhorias significativas em termos de precisão e eficiência. A integração de algoritmos de aprendizado de máquina e análise preditiva são capazes de transformar a maneira como os indicadores de desempenho são medidos e gerenciados, permitindo uma resposta mais rápida e adaptável às emergências, fatores essenciais no contexto pós-desastre.

REFERÊNCIAS

ABIDI, H.; LEEUW, S. DE; DULLAERT, W. Performance management practices in humanitarian organizations. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 10, n. 2, p. 125-168, 16 abr. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/JHLSCM-05-2019-0036>.

ABIDI, H.; LEEUW, S. DE; KLUMPP, M. Humanitarian supply chain performance management: a systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, [S.L.], v. 19, n. 5/6, p. 592-608, 2 set. 2014. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/scm-09-2013-0349>.

AGARWAL, S.; KANT, R.; SHANKAR, R. Exploring sustainability balanced scorecard for performance evaluation of humanitarian organizations. **Cleaner Logistics and Supply Chain**, [S.L.], v. 3, p. 100026, mar. 2022. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clscn.2021.100026>.

AGARWAL, Sachin; KANT, Ravi; SHANKAR, Ravi. Humanitarian supply chain management frameworks. **Benchmarking: An International Journal**, [S.L.], v. 26, n. 6, p. 1749-1780, 21 jun. 2019. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/bij-08-2018-0245>.

ANJOMSHOAE, A. *et al.* Toward a dynamic balanced scorecard model for humanitarian relief organizations' performance management. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v. 7, n. 2, p. 194-218, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/JHLSCM-01-2017-0001>.

ANJOMSHOAE, A.; HASSAN, A.; WONG, K. Y. An integrated AHP-based scheme for performance measurement in humanitarian supply chains. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 68, n. 5, p. 938-957, 11 jun. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/IJPPM-04-2018-0132>.

APTE, A. Humanitarian logistics: A new field of research and action. **Foundations and Trends in Technology, Information and Operations Management**, v. 3, n. 1, p. 1-100, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1561/02000000014>.

BEAMON, B. M.; BALCIK, B. Performance measurement in humanitarian relief chains. **International Journal of Public Sector Management**, v. 21, n. 1, p. 4-25, 25 jan. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09513550810846087>.

BHUSIRI, N.; TAY, H. L. Developing Performance Measurement Tool for Slow-Onset Humanitarian Supply Chain Operation. In: Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Singapore, 11., 2021, Singapura. **Conference Paper**. Singapura: Ieom Society International, 2021. p. 5329-5337. DOI: <http://dx.doi.org/10.46254/AN11.20210897>.

BLASCH, Erik et al. Deep Learning Measures of Effectiveness. In: PROCEEDINGS OF THE IEEE NATIONAL AEROSPACE ELECTRONICS CONFERENCE, NAECON, 2018, USA. [S.L.]: NAECON, 2018. p. 1-9.

BOUTE, Robert N.; UDENIO, Maxi. AI in Logistics and Supply Chain Management.

Springer Series in Supply Chain Management, [s. l], p. 1-18, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352378154_AI_in_Logistics_and_Supply_Chain_Management. Acesso em: 01 jul. 2024.

CARDOSO, B.; FONTAINHA, T.; LEIRAS, A.; CARDOSO, P. A. Performance evaluation in humanitarian operations based on the beneficiary perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, [S.L.], v. 72, n. 1, p. 66-91, 14 jun. 2021. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/ijppm-06-2020-0295>.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS (CRED). **Natural Disasters**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www-statista-com.bases-doc.univ-lorraine.fr/study/10156/natural-disasters-statista-dossier/>. Acesso em: 01 jun. 2024.

DALGLISH, S. L.; KHALID, H.; MCMAHON, S. A. Document analysis in health policy research: The READ approach. **Health Policy and Planning**, v. 35, n. 10, p. 1424-1431, 1 dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/heapol/czaa064>.

Defesa Civil do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/inicial>. Acesso em: 16 jul. 2024.

DUBEY, Rameshwar; GUNASEKARAN, Angappa. The sustainable humanitarian supply chain design: agility, adaptability and alignment. **International Journal of Logistics Research And Applications**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 62-82, 6 mar. 2015. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/13675567.2015.1015511>.

HAAVISTO, I.; GOENTZEL, J. Measuring humanitarian supply chain performance in a multi-goal context. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 300-324, 7 dez. 2015. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/jhlscm-07-2015-0028>.

HAENLEIN, Michael; KAPLAN, Andreas. A Brief History of Artificial Intelligence: on the past, present, and future of artificial intelligence. **California Management Review**, [S.L.], v. 61, n. 4, p. 5-14, 17 jul. 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0008125619864925>.

KOVÁCS, G.; SPENS, K. M. Humanitarian logistics in disaster relief operations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 2, p. 99-114, 20 mar. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09600030710734820>.

LU, Q.; GOH, M.; SOUZA, R. de. A SCOR framework to measure logistics performance of humanitarian organizations. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 222-239, 1 ago. 2016. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/jhlscm-09-2015-0038>.

MASSARO, Alessandro; PANARESE, Antonio; GARGARO, Michele; VITALE, Costantino; GALIANO, Angelo Maurizio. Implementation of a Decision Support System and Business Intelligence Algorithms for the Automated Management of Insurance Agents Activities. **International Journal of Artificial Intelligence & Applications**, [S.L.], v. 12, n. 03, p. 01-13, 31 maio 2021. Academy and Industry Research Collaboration Center (AIRCC). <http://dx.doi.org/10.5121/ijaia.2021.12301>.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216-229, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-65132007000100015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/zhVnv4mW8pvWc3hTxvfXt4L/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MOE, T. L. *et al.* Balanced scorecard for natural disaster management projects. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 16, n. 5, p. 785-806, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/09653560710837073>.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: a literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, [s. l], v. 15, p. 80-116, 1995. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443579510083622/full/pdf?title=performance-measurement-system-design-a-literature-review-and-research-agenda>. Acesso em: 02 abr. 2024.

Neely, A.; Gregory, M.; Platts, K. Performance Measurement System Design—A Literature Review and Research Agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, [s. l], 2005. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2763422>. Acesso em: 02 abr. 2024.

NYATHANI, Ramesh. AI in Performance Management: redefining performance appraisals in the digital age. **Journal Of Artificial Intelligence & Cloud Computing**, [S.L.], p. 1-5, 31 dez. 2023. Scientific Research and Community Ltd. [http://dx.doi.org/10.47363/jaicc/2023\(2\)134](http://dx.doi.org/10.47363/jaicc/2023(2)134).

Porter, M. E. *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. New York: Free Press, 1980.

RAVI, Daniele; WONG, Charence; DELIGIANNI, Fani; BERTHELOT, Melissa; ANDREU-PEREZ, Javier; LO, Benny; YANG, Guang-Zhong. Deep Learning for Health Informatics. **Ieee Journal of Biomedical And Health Informatics**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 4-21, jan. 2017. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/jbhi.2016.2636665>.

REPÍK, D.; FOLTIN, P. Applications of performance indicators for optimization of humanitarian chains. **Logforum**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 495-504, 30 dez. 2022. Wyzsza Szkoła Logistyki (Poznan School of Logistics). DOI: <http://dx.doi.org/10.17270/j.log.2022.765>.

SALVADÓ, L. L.; COMES, T.; LAURAS, M. Sustainable Performance Measurement for Humanitarian Supply Chain Operations. In: PROCEEDINGS OF THE 14TH ISCRAM CONFERENCE, 14., 2017, Albi, France. **Conference Paper**. Albi, France: Wipe Paper – Logistics and Supply-Chain, 2017. p. 775-783. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317176112_Sustainable_Performance_Measurement_for_Humanitarian_Supply_Chain_Operations. Acesso em: 25 jun. 2024.

SANTARELLI, G.; ABIDI, H.; KLUMPP, M.; REGATTIERI, A. Humanitarian supply chains and performance measurement schemes in practice. **International Journal of**

Productivity and Performance Management, [s.l.], v. 64, n. 6, p. 784-810, 13 jul. 2015. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/ijppm-11-2013-0185>.

SCHIFFLING, S.; PIECYK, M. Performance measurement in humanitarian logistics: a customer-oriented approach. **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, UK, v. 4, n. 2, p. 198-221, 7 out. 2014. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/jhlscm-08-2013-0027>.

SCHULZ, S. F.; HEIGH, I. Logistics performance management in action within a humanitarian organization. **Management Research News**, [S.L.], v. 32, n. 11, p. 1038-1049, 2 out. 2009. Emerald. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/01409170910998273>.

TAGLIALENHA, S. L. de S.; SILVA, V. Performance Measures to Humanitarian Logistics: The Perspective of the Humanitarian Assistance Chain. **Transdisciplinary Engineering: Crossing Boundaries**, Santa Catarina, p. 1113-1120, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322931381_Performance_Measures_to_Humanitarian_Logistics_The_Perspective_of_the_Humanitarian_Assistance_Chain. Acesso em: 10 jun. 2024.

THIRUCHELVAM, S. *et al.* Development of humanitarian supply chain performance conceptual framework in creating resilient logistics network. **Malaysian Journal Geosciences**, v. 2, n. 1, p. 30-33, 1 jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.26480/mjg.01.2018.30.33>.

TOKLU, A. T. Improving Organizational Performance with Balanced Scorecard in Humanitarian Logistics: a proposal for key performance indicators. **International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences**, Turkey, v. 7, n. 1, p. 131-137, 23 jan. 2017. Human Resources Management Academic Research Society (HRMARS). DOI: <http://dx.doi.org/10.6007/ijarafms/v7-i1/2588>.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, UK, v. 14, n. 3, p. 207-222, set. 2003. Wiley. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8551.00375>.

WASSENHOVE, L. N. VAN. Blackett memorial lecture humanitarian aid logistics: Supply chain management in high gear. **Journal of the Operational Research Society**, v. 57, n. 5, p. 475-489, 2006. Disponível em: <https://ethambassadors.ethz.ch/files/2018/06/Van-Wassenhove-2006-Humanitarian-aid-logistics-supply-chain-management-in-high-gear.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2024.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Provisional State of the Global Climate 2023**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://wmo.int/files/provisional-state-of-global-climate-2023>. Acesso em: 25 jun. 2024.