

UMA ANÁLISE SOBRE A CADEIA DE SUPRIMENTOS DA DOAÇÃO DE ÓRGÃOS

**Maria Eduarda Alves da Silva, Ingrid Texeira do Nascimento, Fernanda Pinto Torers,
Pedro Senna**

RESUMO

A Gestão de Riscos da Cadeia de Suprimentos desempenha um papel crucial na otimização do processo de doação e transplante de órgãos, afetando diretamente a eficiência e eficácia dessa cadeia. Este artigo realizou uma revisão sistemática da literatura sobre a Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos, destacando a importância de uma abordagem integrada que combina gerenciamento de riscos com tecnologias avançadas. O estudo utilizou a lógica CIMO (Contexto, Intervenção, Mecanismo e Resultado) para analisar a literatura, permitindo uma avaliação detalhada das metodologias e práticas aplicadas na gestão de riscos. A pesquisa identificou e analisou desafios significativos como a minimização do tempo de isquemia, a localização ideal das organizações de doação e a necessidade de expansão dos centros de transplante. Intervenções como o uso de modelos matemáticos, ferramentas de programação e tecnologias emergentes, como inteligência artificial e programação não linear, foram identificadas como fundamentais para a otimização dos processos e a redução dos custos associados. O estudo também abordou lacunas existentes, incluindo o impacto das mudanças climáticas na qualidade dos órgãos e a necessidade de maior robustez nos sistemas de gestão. Apesar de existir documentos que estudam a Cadeia de Suprimento da Doação de Órgãos, este artigo aponta as necessidades críticas que precisam mudar, as inovações e melhores práticas da Cadeia de Suprimentos através de uma revisão sistemática do tema.

Palavras-chave: Doação de Órgãos; Cadeia de Suprimentos; Revisão Sistemática.

1 INTRODUÇÃO

A Gestão de Riscos da Cadeia de Suprimentos (SCRM) está presente em muitos segmentos, sendo requeridos principalmente em cadeias globais. A Cadeia de Suprimentos (SC) é o trajeto percorrido por um produto desde sua solicitação até a entrega. A Gestão de Risco (RM) deste percurso é fundamental para diminuir as interrupções, pois as cadeias possuem diversos fatores que impactam em suas atividades (YAAKUB e MUSTAFA, 2015; SAHBAZ, RASI e AHMAD, 2019; HAMMI e ZEADALLY, 2023).

A gestão da SC da Doação de Órgãos (SCOD) é imprescindível, pois é necessário ter uma adequada movimentação e armazenamento dos órgãos, além da gestão da demanda, para os transplantes serem bem sucedidos, diminuindo o descarte de órgãos e aumentando o número de transplantes, (GOLI et al., 2022; ROUHANI et al., 2021).

Os estudos sobre a SC na doação de órgãos abordam a complexidade da gestão dessa cadeia como Lewis et al. (2021) que identificou que tanto nos países europeus, quanto nos Estados Unidos da América, há barreiras com relação a aceitação de órgãos de grupos de diferente religiões ou etnias; conseguir o consentimento dos familiares tanto para doar quanto para receber os órgãos; falta de conhecimento sobre o procedimento; além da escassez de

órgãos para transplante. Porém, mesmo com tantas barreiras, Cole (2021) desenvolveu um sistema para tornar o processo de procura e transporte de órgãos, tornando o processo mais eficiente e eficaz através de padronização por meio de base de dados que possibilitou a implementação a qualquer momento; e Mantecchinia et al. (2016) propôs a uma ferramenta para identificar os doadores e os receptores dos órgãos, auxiliando o hospital na gestão desta cadeia. Pois a RM da SCOD necessita sempre buscar melhorias e otimização em todo o processo, auxiliando na manutenção e em seu bom funcionamento, pois uma má otimização ou prevenção de riscos pode levar um paciente a óbito (FAN e STEVENSON, 2018).

Por isso, o objetivo deste artigo é realizar uma comparação entre os estudos sobre SCRM da doação de órgãos e compreender quais as semelhanças e diferenças entre eles. As perguntas que nortearam a pesquisa foram: RQ1) Em quais contextos é realizado a SCRM da doação de órgãos? RQ2) Quais os tipos de intervenção são realizados? RQ3) Quais os mecanismos utilizados para alcançar os objetivos? e RQ4) Quais as respostas obtidas para as ferramentas encontradas?

Apesar de existir diversos documentos sobre a SCRM da doação de órgãos, não foram encontrados artigos que realizassem comparações entre os modelos de gestão utilizando a lógica CIMO e através da revisão sistemática mostrasse as necessidades críticas, às inovações e melhores práticas da SCOD.

Após essa seção introdutória, o documento conta com a seção 2 que contém o referencial teórico, os procedimentos metodológicos na seção 3, na seção 4 os resultados e as discussões, e na última seção as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SCRM

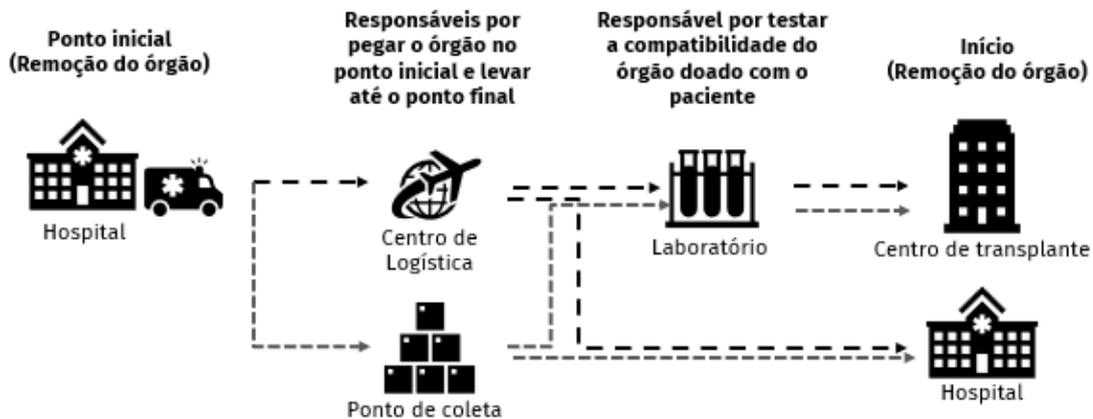
A SCRM é a junção dos estudos sobre cadeia de suprimentos e gestão de risco, tendo início nos anos 2000 com estudos sobre qualidade, capacidade de fabricação, gestão de tempo, design, custo das entregas e fornecimento (HALLIKAS et al., 2002; KWAK e STODDART, 2004; MARCHANT, SYLVESTER e ABBOTT, 2008). é considerado SC a integração dos processos de uma empresa, gerindo os riscos destes processos que compreende o percurso desde a solicitação até a entrega de um produto, a fim de se tornarem mais competitivas, sendo os principais agentes o fornecedor, o cliente e o produto (HAMMI e ZEADALLY, 2023; VON BROCKE, 2014; KANNENGISSER et al., 2016; KARA et al., 2020; REHMAN et al. 2022). A RM da SC se dar em 3 etapas: Identificação, quando os riscos são apotados; Categorização, quando os riscos são catalogados e definidos por seu impacto; e Mitigação, quando é realizado um plano para diminuir ou erradicar o risco (SAHBAZ, RASI E AHMAD, 2019). De acordo com Sahbaz, Rasi e Ahmad (2019) e Sahbaz et al. (2018) os riscos também podem ser relacionados como internos (inerentes das atividades da empresa) ou externos (quando provém de desastres naturais ou economia global).

2.2 SC DOAÇÃO DE ÓRGÃOS

A SCRM na Doação de Órgãos precisa ser eficaz e ágil, de maneira a ser adaptável às situações que podem ocorrer de maneira inesperada (MANTECCHINIA et al., 2016). Para Ahmadvand e Pishvae (2018) e Goli e Mirjalili (2023) a SCRM é de suma importância para

a doação de órgãos, pois muito além de projetar o melhor trajeto, a SCRM precisa compreender as necessidades de cada ocasião, como o tempo, o armazenamento e as condições do doador e do receptor do órgão. Esta SC é complexa e possui diversos agentes como mostra a figura 1.

Figura 1- SCRM na Doação de Órgãos



Fonte: Elaboração própria (2024)

A SC da doação de órgãos inicia com a saída do órgão do hospital (ponto inicial) onde está o doador e vai para um Centro de Logística ou um Ponto de Coleta, que são responsáveis por coletar o órgão e cuidar de todo o percurso, identificando qual paciente vai receber qual órgão, onde o paciente está e quais os caminhos a serem percorridos. Após saírem destes locais o órgão pode passar ou não pelo laboratório que identifica se há a compatibilidade com o receptor e se haverá algum tipo de rejeição. Nos casos onde o órgão passou pelo laboratório foram os casos onde o receptor se encontrava no centro de transplante. Quando o órgão não passava pelo laboratório ele sai do centro logístico ou do ponto de coleta e vai direto para o hospital, sendo o hospital e o centro de transplante os locais finais da cadeia.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

Este estudo realizou uma revisão sistemática, metodologia que permite definir os critérios de inclusão e exclusão, ser replicada, é transparente e auxilia na resposta das perguntas de pesquisa (SILVA et al., 2021; NASCIMENTO et al., 2021; BERRANG-FORD et al., 2014). Para esta revisão foi utilizado o protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) dividido em três etapas: identificação, seleção e inclusão. Na etapa de identificação foram criados as estratégias de buscas utilizando os termos “Organ Donation”, “Supply Chain”, “Risk”, “Organ Transplant” e “Logistic”, juntamente com operadores Booleanos “AND”, quando era necessário encontrar os termos juntos, e “OR”, quando era necessário encontrar um termo ou outro, além das aspas (“-”) para definir os termos (FLORÉZ et al., 2023; MADUSHILKA e LU, 2023; SILVA et al., 2023;

SILVA et al., 2021). Nesta etapa também foram selecionados os critérios de aceitação, sendo eles artigos na língua inglesa por ser considerada a língua universal (SILVA et al., 2023; SILVA et al., 2021), entre os anos de 2005 a 2023, publicados na Scopus por possuir uma grande base de dados (YAN et al. 2018; FILSER et al. 2017) e na PubMed por ser uma relevante base de dados voltada para a área da medicina (TESCHKE and NAUJOKAT, 2023). A tabela 1 apresenta as estratégias criadas e a quantidade de documentos encontrados por base.

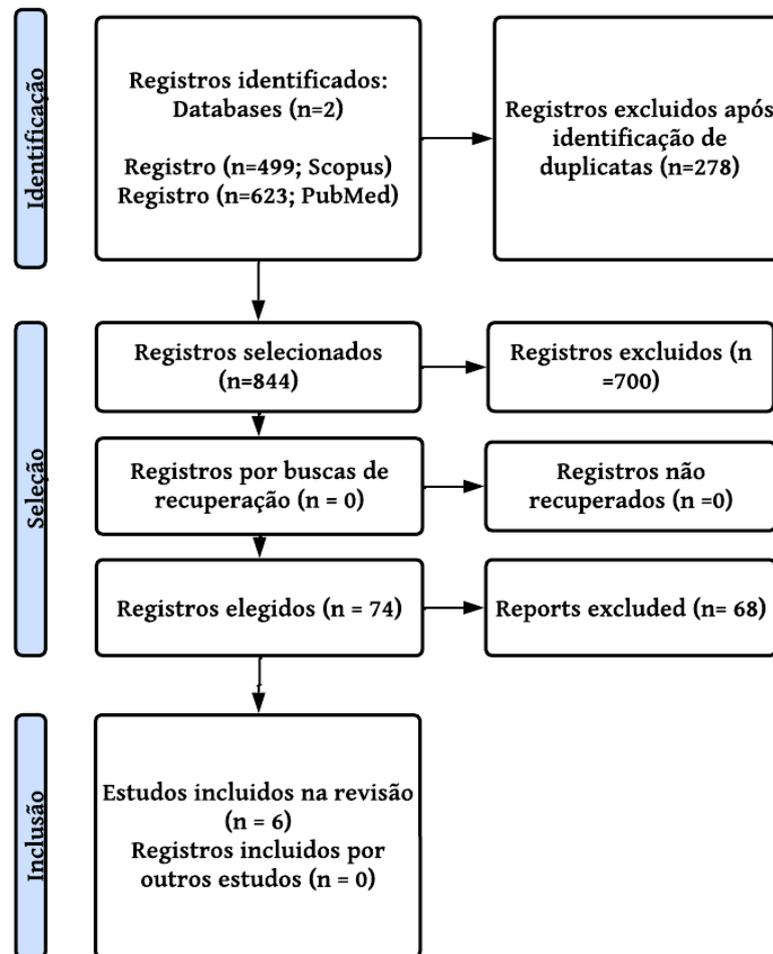
Tabela 1- Estratégias de busca

Estratégia	Estratégia de busca	Scopus	PubMed
I	“Organ donation” AND “Supply Chain”	7	75
II	“Organ transplant*” AND “supply chain”	30	201
III	“Organ supply chain”	6	1
IV	“Organ donation” AND “logistic”	338	290
V	“Organ donation” AND “supply chain risk”	61	2
VI	"Organ transplant" AND "logistical risk"	57	54
Total		499	623

Fonte: Elaboração própria (2024)

Na etapa Identificação os 1122 títulos foram tabulados e os artigos duplicados foram excluídos, ficando apenas um de cada em um total de 844. Na etapa seleção primeiro foram lidos os títulos, resumo e palavras-chave de cada documento, e após esta leitura 770 artigos foram excluídos por abordarem de doação de sangue e plasma, efeitos da anestesia, terapia celular, tratamento da leucemia, criação de órgãos em impressora 3D, riscos de doenças cardiovasculares, a toxicidade de medicamentos, restrições alimentares infantil e análise genética de vírus, restando 74 artigos para serem lidos na íntegra. Desses artigos 68 foram excluídos por tratarem de criação de recipientes para armazenamento de órgãos, sobre como a religião pode interferir na doação de órgãos e criação de legislação para doação de órgãos. Ficaram 6 artigos para a análise da lógica CIMO. Não houve a necessidade de recuperar documentos e não tiveram artigos incluídos na terceira parte como mostra a figura 2.

Figura 2- Protocolo PRISMA

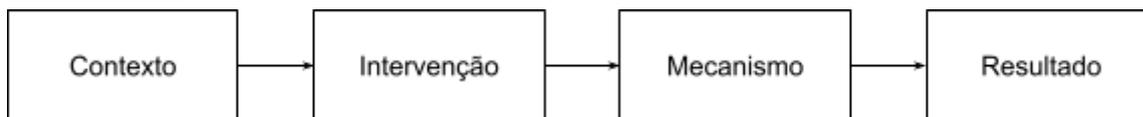


Fonte: Elaboração própria (2024)

3.2 LÓGICA CIMO

A lógica CIMO é utilizada para auxiliar na leitura dinâmica e seu nome contém um anagrama que auxilia a responder 4 aspectos dos documentos: C para *Context* (contexto), I para *Intervention* (intervenção), M para *Mechanism* (mecanismo) e O para *Outcome* (resultados). Esta lógica permite por meio sistemático fazer a leitura dos textos de maneira a compreender quais contextos exigem quais intervenções através de quais mecanismos e obtém quais resultados (COSTA, SOARES e SOUZA, 2018; PONTES, 2020). Esta lógica foi utilizada para analisar de maneira qualitativa os artigos encontrados através do protocolo PRISMA e desenhar quais caminhos são tomados a partir de cada letra do CIMO como mostra a figura 3.

Figura 3- Lógica CIMO

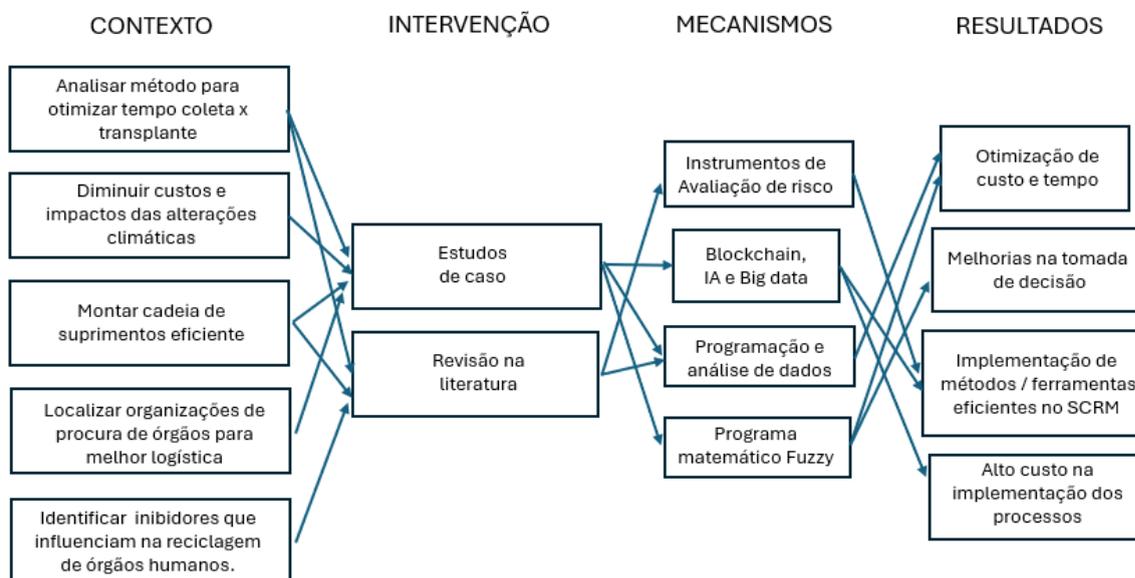


Fonte: Elaboração própria (2024)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação da metodologia foram compilados os resultados apresentados na Figura 4. A primeira coluna foi montada a partir de uma síntese de todos os artigos encontrados na literatura, que representam em quais Contextos é realizado o SCRM da doação de órgãos. Na segunda coluna foi feita uma síntese de todas as Intervenções encontradas. Foi observado que foram realizados estudos teóricos e analíticos, onde as intervenções são Revisão Bibliográfica, Revisão Bibliométrica e Revisão sistemática. Partindo para a terceira coluna, a de Mecanismos, foi observado que a IA e Programação estão sendo utilizadas em boa parte dos estudos encontrados. Por fim, na quarta coluna são apresentados os resultados que em geral representam: otimização de tempo, custo e tomada de decisão. Alguns também vão mostrar que parte mecanismos são onerosos, porém eficazes quando implementados.

Figura 4 - CIMO dos artigos selecionados



Fonte: Elaboração própria (2024)

4.1 CONTEXTO

Em geral, os autores dos artigos selecionados buscaram aplicações de melhorias no SCRM em transplantes de órgãos, com base na redução de custos e de tempo, análise da distância entre doador e receptor e de como essa distância influencia diretamente no tempo de isquemia do órgão. Foram observados também que tipos de impactos logísticos as alterações climáticas podem ocasionar e outros inibidores que influenciam na reciclagem de órgãos humanos. No artigo de Ahmadvand e Pishvae (2018), o contexto foi a busca por uma maneira de diminuir o tempo entre a coleta e o transplante, pois o tempo é fator determinante para a conservação do órgão. Já no estudo de Rouhani et al. (2021), o contexto foi baseado na montagem de uma cadeia de abastecimento eficiente, visando otimizar a movimentação de órgãos por diferentes regiões. Salimian e Mousavi (2023), em seu contexto, buscaram entender quais os impactos da alteração climática, o tempo de isquemia no transporte e o que a isquemia altera na qualidade do órgão. Para Rajmohan et al. (2017), o contexto foi a localização das Organizações de procura de órgãos para que os órgãos sejam preparados e transportados para os receptores quando os doadores estiverem disponíveis. Colajanni e Daniele (2021), buscaram por minimização dos custos associados ao transplante de órgãos. Para Dhakate e Joshi (2020), o contexto foi identificar e inter-relacionar os inibidores que influenciam significativamente a reciclagem de órgãos humanos e suas implicações para o meio ambiente em economias em desenvolvimento como a Índia, visando o aumento da eficiência da cadeia de suprimentos dessa reciclagem.

4.2 INTERVENÇÃO

As intervenções foram aplicadas de forma conceitual e analítica em Instituições como Centros de transplantes de órgãos, hospitais, unidades de procura, Organização Nacional e Regional de Transplante de Órgãos e Tecidos e outros locais de coletas. Em Rouhani et al. (2021), a intervenção se deu por meio de uma revisão bibliográfica e uma aplicação analítica em um caso real, ocorrido em um Centro de Transplante. Salimian e Mousavi (2023) realizaram um estudo de caso e fizeram uma revisão na literatura sobre a utilização do fuzzy para solucionar os problemas e aplicar as melhorias no dia a dia de um hospital. Rajmohan et al. (2017) optaram por uma revisão sistemática na literatura, visando a análise do melhor momento para preparar e transportar um órgão. Já Colajanni e Daniele (2021), fizeram um estudo de caso no Centro Nacional de Transplante (CNT) através de cálculos matemáticos baseados em rede. A intervenção de Dhakate e Joshi (2020) foi uma revisão bibliométrica realizada no Departamento de Gestão de Operações, IIM, Shillong, Índia. Em Ahmadvand e Pishvae (2018), a Intervenção foi revisão sistemática com a análise de dois estudos de caso, no qual o estudo de caso 1 utilizou as estratégias de nível e o estudo de caso 2 utilizou a operação de nível para calcular a movimentação do órgão, ambos em um Centro de transplante de órgãos no Irã.

4.3 MECANISMOS

Os mecanismos utilizados em geral, foram baseados em análises de dados, implementação de tecnologias como blockchain, IA e big data. E, também programas matemáticos como o fuzzy. Dhakate e Joshi (2020) fizeram uma análise de discussão em grupo focado, utilizando a Regressão Delphi e ISM - Modelagem da Estrutura Interpretativa, que apresenta a interação entre os inibidores em uma hierarquia. Já em Colajanni e Daniele

(2021), um modelo matemático baseado em redes foi utilizado para fazer cálculos matemáticos a fim de se obter a quantidade de órgãos disponíveis como variável aleatória e o tempo de isquemia de cada órgão sendo respeitado. Os cálculos foram divididos em 3 partes: 1 - o centro de transplante e os trabalhadores; 2 - a remoção do órgão; e 3 - a performance do transplante. Para Rajmohan et al. (2017), o mecanismo foi a utilização do modelo p-mediana (minimiza a distância ponderada dos receptores de órgãos) utilizando o CPLEX versão 12.5. Inicialmente, reconhece-se a procura ou a densidade populacional dos receptores de órgãos em relação a uma localização específica. Em seguida, com base no modelo p-mediana, a localização das Organizações é efetivamente identificada. Salimian e Mousavi (2023) utilizaram programação não linear mista-inteira com multi-objetivo, utilizado como procedimento de solução híbrida que é investigado num exemplo de aplicação da literatura, referente à cadeia de abastecimento de transplantes de órgãos, que é muito vulnerável a riscos climáticos. Rouhani et al. (2021) optaram por um modelo de multiperíodo, que consiste em desenhar caminhos, atribuindo variáveis e constantes para cada etapa do trajeto, fazendo cálculos matemáticos. Em Ahmadvand e Pishvae (2018), o mecanismo se deu por meio de um programa matemático fuzzy que fosse capaz de elaborar um registro científico de pessoas que precisam do transplante.

4.4 RESULTADOS

Os resultados mostram que mais análises precisam ser realizadas acerca dos processos logísticos que envolvem o SCRM na doação de órgãos. Os riscos associados aos fatores logísticos são variados e precisam ser gerenciados. Outro fato importante é a escassez de centros de transplante, que dificulta a logística e faz com que o tempo seja fator crucial. Ahmadvand e Pishvae (2018) realizaram dois estudos de caso, e como resultado, o estudo de caso 1 mostrou que são necessários mais centros de transplantes para que haja a fixação do tempo de operação e tempo de movimentação. Já o caso 2, através da criação do registro científico de pessoas que precisam do transplante, obteve maior eficiência em desenhar os trajetos por terra e ar dos órgãos, diminuindo a espera para 7,8% dos 10 anos iniciais. Rouhani et al. (2021), em seus resultados, demonstraram que o modelo de multiperíodo utilizado revela que quanto maior o nível de confiança, melhor o desempenho, e que ainda é preciso mais estudos para realizar a análise da localização dos centros de transplante, custo, tempo e a robustez do processo (transporte). O resultado de Salimian e Mousavi (2023), mostrou que com a utilização de programação não linear a qualidade do órgão melhora 17,8% ao aumentar o intervalo do tempo de isquemia de 5h para 55h e o risco de mudança climática aumenta o custo total em 1,3% e o tempo em 2,3%. Em Rajmohan et al. (2017), o resultado foi que a análise experimental comprovou que o modelo p-mediana proposto tem bom desempenho em facilitar a localização de Organizações de doação de órgãos e solução para algumas Organizações com base na distância, e a demanda para Estado e Distrito é obtida. A pesquisa de Colajanni e Daniele (2021), resultou na otimização da quantidade de times de profissionais para realizar os transplantes e a diminuição da quantidade de órgãos a serem transportados (utilizaram a maior parte dos órgãos do local). Em Dhakate e Joshi (2020), o resultado foi que as “reações negativas dos familiares” em relação à doação de órgãos, a “disposição para discutir com a família” e “controle comportamental percebido”, influenciam a taxa de reciclagem de órgãos, que impactam negativamente a cadeia de suprimentos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos destaca a complexidade e a necessidade de uma gestão eficaz para otimizar o processo de doação e transplante. A revisão sistemática realizada indica que a eficiência dessa cadeia depende de uma abordagem multifacetada, combinando o gerenciamento de riscos e o uso de tecnologias avançadas. Ahmadvand & Pishvae (2018) destacam que reduzir o tempo entre a coleta e o transplante do órgão, por meio de técnicas de otimização e programação matemática, é essencial para o sucesso do processo.

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta fundamental. Aplicada para prever a disponibilidade de órgãos, otimizar rotas de transporte em tempo real e melhorar a compatibilidade entre doadores e receptores, a IA oferece soluções mais precisas e rápidas. Ferramentas de aprendizado de máquina são capazes de identificar padrões em grandes volumes de dados, reduzindo perdas de órgãos causadas por atrasos ou incompatibilidades. Além disso, a IA facilita o planejamento logístico e a tomada de decisões em situações críticas, como destacam Rouhani et al. (2021) e Colajanni & Daniele (2021).

Esses avanços tecnológicos são cruciais para aumentar a eficiência e a eficácia da Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos. A IA permite otimizar tanto o tempo quanto a qualidade dos transplantes, resultando em menos órgãos descartados e maior taxa de sucesso, conforme observado por Mantecchia et al. (2016) e Goli et al. (2022). Sua adoção não só melhora o desempenho operacional, mas também aumenta a capacidade de salvar vidas, tornando o sistema mais ágil e assertivo.

Além da questão temporal, os desafios na Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos abrangem desde a minimização do tempo de isquemia até a localização ideal das organizações de doação. Trabalhos como os de Ahmadvand & Pishvae (2018) e Rajmohan et al. (2017) evidenciam a importância de otimizar tanto a logística de transporte quanto a localização das organizações de procura de órgãos. Modelos matemáticos e ferramentas de programação são fundamentais nesse processo, ajudando a reduzir custos e melhorar os resultados dos transplantes. A programação não linear, aliada à IA, se destaca por resolver problemas logísticos complexos, como demonstram Salimian & Mousavi (2023) e Mantecchia et al. (2016), contribuindo significativamente para a eficiência da cadeia e o sucesso dos transplantes.

Apesar dos avanços, os resultados mostram que ainda existem lacunas importantes a serem preenchidas na Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos. Entre os principais desafios estão a necessidade de aumentar o número de centros de transplante e considerar os impactos das mudanças climáticas na qualidade dos órgãos. Salimian & Mousavi (2023) ressaltam como as mudanças climáticas podem afetar o tempo de isquemia e a qualidade dos órgãos, enquanto Ahmadvand & Pishvae (2018) destacam a importância de expandir a rede de centros para melhorar a eficiência do processo. As limitações dos modelos atuais, especialmente no que se refere à vulnerabilidade a fatores externos, indicam a necessidade de pesquisas futuras focadas em aumentar a robustez dos sistemas e integrar novas tecnologias que possam mitigar esses riscos.

Em resumo, a gestão eficaz da Cadeia de Suprimentos da Doação de Órgãos é essencial para maximizar o uso de órgãos disponíveis, beneficiando um maior número de pacientes. A análise mostra que a implementação de melhores práticas e a adoção de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e modelos matemáticos avançados, têm o potencial de melhorar significativamente os processos e reduzir os riscos associados (Ahmadvand & Pishvae, 2018; Rouhani et al., 2021). A integração dessas soluções

tecnológicas pode promover avanços substanciais na eficiência da cadeia de suprimentos, resultando em melhores resultados nos transplantes de órgãos.

REFERÊNCIAS

AHMADVAND, S. and PISHVAEE, M.S. Design and planning of organ transplantation networks, *International Series in Operations Research and Management Science*, Vol. 262, **Springer New York LLC**, pp. 211–240, doi: 10.1007/978-3-319-65455-3_9. 2018.

ANSELMO, A.; MATERAZZO, M.; DI LORENZO, N.; SENSI, B.; RICCETTI, C.; LONARDO, M.T.; PELLICCIARO, M. Implementation of Blockchain Technology Could Increase Equity and Transparency in Organ Transplantation: A Narrative Review of an Emergent Tool. *Transplant International*, **Frontiers Media SA**, Vol. 36, doi: 10.3389/ti.2023.10800. 2023.

BERRANG-FORD, L.; PEARCE, T.; FORD, J. D. Abordagens de revisão sistemática para pesquisa de adaptação às mudanças climáticas. **Mudança Ambiental Regional**, v. 15, p. 755-769, 2015.

CHAVEZ, N.; KENDZIERSKYJ, S.; JAHANKHANI, H.; HOSSEINIAN, A. Securing Transparency and Governance of Organ Supply Chain through Blockchain. **Advanced Sciences and Technologies for Security Applications**, doi: 10.1007/978-3-030-50613-1_4. 2020.

COLAJANNI, G.; DANIELE, P.; SCIACCA, D. Reagents and swab tests during the COVID-19 Pandemic: An optimized supply chain management with UAVs. **Operations Research Perspectives**, Vol. 9, doi: 10.1016/j.orp.2022.100257. 2022.

COLE, H. The organ supply chain: Geography and the inequalities of transplant logistics. **Transactions of the Institute of British Geographers**, John Wiley and Sons Inc, Vol. 46 No. 4, pp. 1008–1021, doi: 10.1111/tran.12458. 2021.

DHAKATE, N.; JOSHI, R. Inhibitors in the recycling of organs and implications to the environment: An emerging economy context. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, Emerald Group Holdings Ltd., Vol. 31 No. 5, pp. 1183–1206, doi: 10.1108/MEQ-10-2019-0211. 2020.

DHYANKUMAR CHELLAPPA, T.; MUTHURATHINASAPATHY, R.; VENKATESH, V.G.; SHI, Y.; ISLAM, S. Location of organ procurement and distribution organization decisions and their impact on kidney allocations: a developing country perspective. **Annals of Operations Research**, Springer, Vol. 321 No. 1–2, pp. 755–781, doi: 10.1007/s10479-022-04956-1. 2023.

FAN, YIYI.; STEVENSON, M. Uma revisão da gestão de riscos da cadeia de suprimentos: definição, teoria e agenda de pesquisa. **Jornal internacional de distribuição física e gerenciamento de logística**, 2018.

FILSER, L. D.; SILVA, F. F.; OLIVEIRA, O. J. State of research and future research tendencies in lean healthcare: a bibliometric analysis. **Scientometrics**, v.112, n. 2, p.799–816, 2017.

GODINO, M.M.; MIZRAJI, R. Self-Assessment Tool and Clinical Audits: A Way to Manage Organ Donation and Transplantation in Hospital Settings. **Transplantation Proceedings**, Vol. 55 No. 6, pp. 1458–1462, doi: 10.1016/j.transproceed.2023.02.042. 2023.

GOLI, A.; ALA, A.; MIRJALILI, S. A robust possibilistic programming framework for designing an organ transplant supply chain under uncertainty. **Annals of Operations Research**, Springer, Vol. 328 No. 1, pp. 493–530, doi: 10.1007/s10479-022-04829-7. 2023.

JALILVAND, S.; HEIDARI, S.; MOHAMMADNAZARI, Z.; AGHSAMI, A.; RABBANI, E.; RABBANI, M. A Bi-objective Organ Transplant Supply Chain Network with Recipient Priority Considering Carbon Emission Under Uncertainty, a Case Study. **Process Integration and Optimization for Sustainability**, Vol. 7 No. 4, pp. 709–727, doi: 10.1007/s41660-023-00314-1. 2023.

LEIRAS, A.; BRITO, I.; PERES, E.Q.; BERTAZZO, T.R.; YOSHIZALI, H.T.Y. Literature review of humanitarian logistics research: trends and challenge, **Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management**, v.a,n.1,p.95-130, 2014.

LEWIS, A.; KOUKOURA, A.; TSIANOS, G.I.; GARGAVANIS, A.A.; NIELSEN, A.A.; VASSILIADIS, E. Organ donation in the US and Europe: The supply vs demand imbalance. **Transplantation Reviews**, W.B. Saunders, 1 April, doi: 10.1016/j.trre.2020.100585. 2021.

MAHDI AGHAZADEH, S.; MOHAMMADI, M.; NADERI, B. Robust Bi-Objective Cost-Effective, Multi-Period, Location-Allocation Organ Transplant Supply Chain, **Int. J. Logistics Systems and Management**, Vol. 29. 2018.

MANTECCHINI, L.; PAGANELLI, F.; MORABITO, V.; RICCI, A.; PERITORE, D.; TRAPANI, S.; MONTEMURRO, A. Transportation of Organs by Air: Safety, Quality, and Sustainability Criteria”, **Transplantation Proceedings**, Vol. 48 No. 2, pp. 304–308, doi: 10.1016/j.transproceed.2015.12.050. 2016.

MIKKELSEN, C.; MORI, G.; VAN WALRAVEN, S.M.; CASTRÉN, J.; ZAHRA, S.; MACLENNAN, S.; SEIDEL, K. How donor selection criteria can be evaluated with limited scientific evidence: lessons learned from the TRANSPOSE project”, **Vox Sanguinis**,

Blackwell Publishing Ltd, Vol. 116 No. 3, pp. 342–350, doi: 10.1111/vox.13028. 2021.

MISRA, A.; SARANGA, H.; TRIPATHI, R.R. Channel choice and incentives in the cadaveric organ supply chain. **European Journal of Operational Research**, Elsevier B.V., Vol. 302 No. 3, pp. 1202–1214, doi: 10.1016/j.ejor.2022.01.041. 2022.

NAGURNEY, A. Supply chain networks, wages, and labor productivity: insights from Lagrange. analysis and computations. **Journal of Global Optimization**, Springer, Vol. 83 No. 3, pp. 615–638, doi: 10.1007/s10898-021-01122-y. 2022.

NASCIMENTO, Ingrid Teixeira et al. Aplicação de ferramentas de gestão enxuta na indústria 4.0: uma revisão sistemática. **Jornal Independente de Gestão e Produção**, v. 12, n. 9, pag. s856-s864, 2021.

NATARAJARATHINAM, M.; CAPAR, I.; NARAYANAN, A. Managing supply chain situations of crisis: a reviews of literatura and insights, **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, v. 39, n. 7, p 535- 573, 2009.

NEXXTO. Disponível em: <
<https://nexxto.com/supply-chain-gestao-inteligente-de-suprimentos-para-o-setor-de-saude/> >.
Acesso em: 12 mar. 2024.

PALMIERI, V.; MONTISCI, A.; VIETRI, M.T.; COLOMBO, P.C.; SALA, S.; MAIELLO, C.; COSCIONI, E. Artificial intelligence, big data and heart transplantation: Actualities”, **International Journal of Medical Informatics**, Elsevier Ireland Ltd, 1 August, doi: 10.1016/j.ijmedinf.2023.105110. 2023.

RABBANI, M.; TALEBI, E. A comprehensive mathematical model for designing an organ transplant supply chain network under uncertainty. **International Journal of Engineering, Transactions B: Applications, Materials and Energy Research Center**, Vol. 32 No. 6, pp. 835–841, doi: 10.5829/ije.2019.32.06c.06. 2019.

RAJMOHAN, M.; THEOPHILUS, C.; SUMALATHA, M.R.; SARAVANAKUMAR, S. Facility location of organ procurement organisations in Indian health care supply chain management. **South African Journal of Industrial Engineering**, South African Institute of Industrial Engineering, Vol. 28 No. 1, pp. 90–102, doi: 10.7166/28-1-1508. 2017.

RASSIAS, T.; PARDALOSSE EDITORS, P. (N.D.). Springer Optimization and Its Applications 167 Nonlinear Analysis and Global Optimization.

ROUHANI, S.; AMIN, S.H. A robust convex optimization approach to design a hierarchical organ transplant network: A case study. **Expert Systems with Applications**, Elsevier Ltd, Vol. 197, doi: 10.1016/j.eswa.2022.116716. 2022.

ROUHANI, S., PISHVAEE, M.S. AND ZARRINPOOR, N. A fuzzy optimization approach to strategic organ transplantation network design problem: A real case study. **Decision Science Letters**, Growing Science, Vol. 10 No. 3, pp. 195–216, doi: 10.5267/j.dsl.2021.5.001. 2021.

SALIMIAN, S. AND MOUSAVI, S.M. A robust possibilistic optimization model for organ transplantation network design considering climate change and organ quality. **Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing**, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, Vol. 14 No. 12, pp. 16427–16450, doi: 10.1007/s12652-022-03863-4. 2023.

SHOAIB, M., PRABHAKAR, U., MAHLAWAT, S. AND RAMAMOCHAN, V. A discrete-event simulation model of the kidney transplantation system in Rajasthan, India. **Health Systems**, Taylor and Francis Ltd., Vol. 11 No. 1, pp. 30–47, doi: 10.1080/20476965.2020.1848355. 2022.

SHRESTHA, S., BRADBURY, L., BOAL, M., BLACKMUR, J.P., WATSON, C.J.E., TAYLOR, C.J., FORSYTHE, J.L.R. Logistical Factors Influencing Cold Ischemia Times in Deceased Donor Kidney Transplants. **Transplantation**, Lippincott Williams and Wilkins, Vol. 100 No. 2, pp. 422–428, doi: 10.1097/TP.0000000000000844. 2016.

SILVA, M. E. A. et al. Systematic review of lean thinking in education institutions. **Independent Journal of Management & Production**, v. 12, n. 9, p. s865-s882, 2021.

SOTOUDEH-ANVARI, A. The applications of MCDM methods in COVID-19 pandemic: A state of the art review. **Applied Soft Computing**, Vol. 126, doi: 10.1016/j.asoc.2022.109238. 2022.

SYPEK, M.P., ULLAH, S., HUGHES, P.D., CLAYTON, P.A. AND MCDONALD, S.P. Examining the Increased Rates of Deceased Donor Kidney Nonutilization in Australia: What Has Changed? **Transplantation**, Lippincott Williams and Wilkins, Vol. 103 No. 12, pp. 2582–2590, doi: 10.1097/TP.00000000000002761. 2019.

TESCHKE, M.; NAUJOKAT, H. Indications for alloplastic temporomandibular joint replacement in maxillofacial surgery for benign lesions: a review of the literature and clinical cases. **Frontiers of Oral and Maxillofacial Medicine**, AME Publishing Company, 30 December, doi: 10.21037/fomm-22-41. 2023.

THEOPHILUS DHYANKUMAR, C.; JOE ARUN, C. Review of organ donation and transplantation: A healthcare supply chain management perspective. **SCMS Journal of Indian Management**, Vol. 18 No. 3, pp. 39–52. 2021.

VENANZI, D., ROQUE DA SILVA, O. AND PALMISANO, A. Supply chain of human organs: A case study in hospital complex in sorocaba. **IFAC Proceedings Volumes** (IFAC-PapersOnline), Vol. 6, pp. 183–189, doi: 10.3182/20130911-3-BR-3021.00015. 2013.

DE VRIES, R.J.; YARMUSH, M.; UYGUN, K. Systems engineering the organ preservation process for transplantation. **Current Opinion in Biotechnology**, Vol. 58, pp. 192–201, doi: 10.1016/j.copbio.2019.05.015. 2019.

WILKES, D.S.; EGAN, T.M.; REYNOLDS, H.Y. Lung transplantation: opportunities for research and clinical advancement. *Am J Respir Crit Care Med*. 2005 Oct 15;172(8):944-55. doi: 10.1164/rccm.200501-098WS. Epub 2005 Jul 14. PMID: 16020804; PMCID: PMC2718411.

YAN, Y.; LIAO, Z.; CHEN, X. Fixed-income securities: bibliometric review with network analysis. *Scientometrics*, 116(3), 1615–1640, 2018
YAN, Y.; LIAO, Z.; CHEN, X. Fixed-income securities: bibliometric review with network analysis. *Scientometrics*, 116(3), 1615–1640, 2018.

ZAHIRI, B., TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. AND PISHVAEE, M.S. A robust possibilistic programming approach to multi-period location-allocation of organ transplant centers under uncertainty. **Computers and Industrial Engineering**, Elsevier Ltd, Vol. 74 No. 1, pp. 139–148, doi: 10.1016/j.cie.2014.05.008. 2014.

ZHANG, Y., LI, Z. AND ZHAO, Y. Multi-mitigation strategies in medical supplies for epidemic outbreaks. **Socio-Economic Planning Sciences**, Elsevier Ltd, Vol. 87, doi: 10.1016/j.seps.2023.101516. 2023.