

## REVISÃO DA LITERATURA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS A PARTIR DAS CONSEQUÊNCIAS DA COVID-19: UMA AGENDA DE PESQUISA COM PROJETOS DE REDE<sup>1</sup>

## SUPPLY CHAIN LITERATURE REVIEW FROM THE CONSEQUENCES OF COVID-19: A RESEARCH AGENDA WITH NETWORK PROJECTS

## REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LA CADENA DE SUMINISTRO A PARTIR DE LAS CONSECUENCIAS DEL COVID-19: UNA AGENDA DE INVESTIGACIÓN CON PROYECTOS EN RED

Patricia Seyffert<sup>2</sup>

Adriano Maniçoba da Silva<sup>3</sup>

Rafaela Ferreira Maniçoba<sup>4</sup>

**Resumo:** Os efeitos da pandemia da covid-19 nas cadeias de suprimentos nacionais foram destacados em diversos estudos. Parte deles utilizam a técnica de Projetos de Rede (PR), que é útil em cadeia de suprimentos para auxiliar a tomada de decisão. Este trabalho teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica e de conteúdo na principal coleção do Web of Science que aborda PR no contexto da pandemia da covid-19. Para isso, buscamos os seguintes termos: “*Network design*”, “*Supply chain*” e “*Covid\**” (com asterisco para buscar todas as variações da palavra) em todos os tópicos. Como resultado, identificou-se as características dos trabalhos que investigaram o efeito da covid-19 usando projetos de rede, o que permite destacar as oportunidades de pesquisa neste campo.

**Palavras-chave:** Covid-19. Cadeia de Suprimentos. Projeto de Rede, Revisão de literatura, bibliometria.

**Abstract:** The effects of the covid-19 pandemic on national supply chains have been highlighted in several studies. Part of these studies use the Network Design (ND) technique, which is useful in the supply chain to aid decision-making. This work aimed to carry out a bibliometric and content analysis on the Web of Science that dealt with ND in the context of the covid-19 pandemic. To do this, we searched for the following terms: “*Network design*”, “*Supply chain*” and “*Covid\**” (with an asterisk to search for all variations of the word) in all topics. As a result, the characteristics of the works that investigated the effect of covid-19 using network design were identified, which allows highlighting research opportunities in this field.

**Keywords:** Covid-19. Supply Chain Management. Network Design, Literature Review, bibliometric.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) Processo: 407354/2021-2.

<sup>2</sup> Tecnóloga em Logística pelo Instituto Federal de São Paulo, Campus Suzano, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6043-831X>, email: patyseffert@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutor em Administração pela FEA/USP, Professor do Instituto Federal de São Paulo, Campus Suzano, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0094-404X>, email: [adrianoms@ifsp.edu.br](mailto:adrianoms@ifsp.edu.br)

<sup>4</sup> Doutoranda em Administração pela FEA/USP, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0328-0899>, email: [rafaela.manicoba@usp.br](mailto:rafaela.manicoba@usp.br)

**Resumen:** Los efectos de la pandemia de la covid-19 en las cadenas de suministro nacionales han sido destacados en diversos estudios. Parte de estos estudios utilizan la técnica de Proyectos de Red (PR) que es útil en cadena de suministros para auxiliar en la toma de decisiones. Este trabajo tuvo como objetivo realizar un análisis bibliométrico y de contenido en la principal colección del Web of Science que abordó PR en el contexto de la pandemia de la covid-19. Para ello buscamos los siguientes términos “*Network design*”, “*Supply chain*” y “*Covid \**” (con asterisco para buscar todas las variaciones de la palabra) en todos los temas. Como resultado, se identificaron las características de los trabajos que investigaron el efecto de la covid-19 con el uso de proyectos de red, lo que permite destacar las oportunidades de investigación en este campo.

**Palabras-clave:** Covid-19. Cadena de Suministro. Proyecto Red, Revision de la literatura, bibliometria.

Submetido 12/01/2023

Aceito 27/06/2023

Publicado 06/07/2023

## Introdução

A doença coronavírus 2019 “covid-19” é causada pela infecção por SARS-CoV-2 e foi relatada pela primeira vez na região central da China, em dezembro de 2019 (LU *et al.*, 2020). O primeiro caso de covid-19 foi detectado no Brasil em 25 de fevereiro de 2020 (BARBERIA *et al.*, 2020). A transmissão mudou rapidamente de um cenário de infecção importada para local (DE SOUZA *et al.*, 2020). A covid-19 foi declarada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020 (OMS, 2020). Para conter a pandemia, governos ao redor do mundo seguiram orientações da OMS e declararam medidas de quarentena.

Os períodos de quarentena estabelecidos para conter essa pandemia influenciaram tanto o suprimento quanto a demanda nas cadeias de suprimentos nacionais e globais. Houve, no Brasil, registros de problemas de distribuição, escoamento da produção, logística de acesso e contaminações em unidades de processamento no setor alimentar (SCHNEIDER *et al.*, 2020). Eventos disruptivos como uma pandemia podem causar efeito cascata em uma cadeia de suprimentos (QUEIROZ *et al.*, 2020).

Há evidências de que muitos produtos de consumo sofreram alterações repentinas na demanda, sendo que o arroz foi um dos produtos com maior aumento na demanda, subindo mais de 200% no período de março a maio de 2020 (SILVA, 2020; SOENDERGAARD *et al.*, 2020). Segundo Chopra, Sunil e Sodhi (2021), cadeias de suprimentos que utilizaram múltiplos canais para aumentar a eficiência operacional tiveram mais resiliência em face aos efeitos adversos causados pelas variações da covid-19.

Foram encontrados poucos estudos que analisavam os efeitos da pandemia na cadeia de suprimentos, principalmente na cadeia de suprimentos de alimentos, que enfrentou impactos negativos decorrentes da covid-19. Por exemplo, Barbosa, Souza e Oliveira (2022) conduziram uma análise dos efeitos das barreiras e restrições de transporte nos custos logísticos, revelando uma relação positiva e uma influência significativa da pandemia da covid-19. Já Assunção *et al.* (2020) estudaram a resiliência de cadeias de suprimento longas e curtas à pandemia, e encontraram vantagem nas cadeias curtas. Em resumo, os efeitos da pandemia da covid-19 em diferentes setores têm sido estudados com o uso de diferentes métodos: (i) estudos de caso (SILVA, 2020) e (ii) regressão linear

(BAGHALIAN; REZAPOUR; FARAHANI, 2013). Mas apesar de contributivos, nota-se a ausência de estudos no âmbito nacional na temática dos projetos de rede.

Projetos de rede (PR) em cadeias de suprimentos constituem-se num ferramental analítico importante para identificar o efeito de alterações em variáveis endógenas ou exógenas no desempenho da cadeia de suprimentos. O PR é ainda um dos problemas mais cruciais no planejamento de cadeias de suprimentos (GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOKOOH, 2017). Ele é responsável por parte considerável da lucratividade de uma cadeia de suprimentos (MANGIARACINA; SONG; PEREGO, 2015). Diante da importância de verificar os efeitos da pandemia da covid-19 em cadeia de suprimentos e o potencial da técnica de PR para o estudo de tais perturbações, algumas indagações se tornam relevantes, tais como: (i) *Qual o estado atual da pesquisa de PR no contexto da pandemia da covid-19?* (ii) *Quais técnicas de PR podem ser utilizadas para estudar os efeitos da pandemia da covid-19?* (iii) *Quais variáveis são mais importantes?* (iv) *Quais problemas de pesquisa constituem uma agenda relevante?*

Para responder tais perguntas, este artigo usou uma metodologia híbrida, compreendendo análise bibliométrica e de conteúdo em artigos selecionados da principal coleção do *Web of Science*, com os seguintes termos: “*Network design*”, “*Supply chain*” e “*Covid\**” (com asterisco para buscar todas as variações da palavra) em todos os tópicos. Como resultado, destacaram-se os trabalhos mais influentes do campo, as revistas que publicam esse assunto, as técnicas de PR que tais artigos utilizaram e oportunidades de futuras pesquisas nesse campo.

### **Projetos de rede em cadeias de suprimentos**

Além dos desafios mais recentes causados pela pandemia de covid-19, que tem impactado negativamente as redes de logística, outros riscos e incertezas na cadeia de suprimentos também têm efeitos prejudiciais (SARKIS *et al*, 2020). A teoria de PR busca mitigar esses riscos e incertezas por meio de modelagens ótimas. Essa área de estudo é um subtema da análise de localização de instalações (GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOKOOH, 2017) e tem acumulado ampla gama de pesquisas, incluindo revisões de estudos que abordaram aspectos de PR, como capacidade de transporte, roteirização, estoque e incerteza (DASKIN; SNYDER; BERGER, 2005).

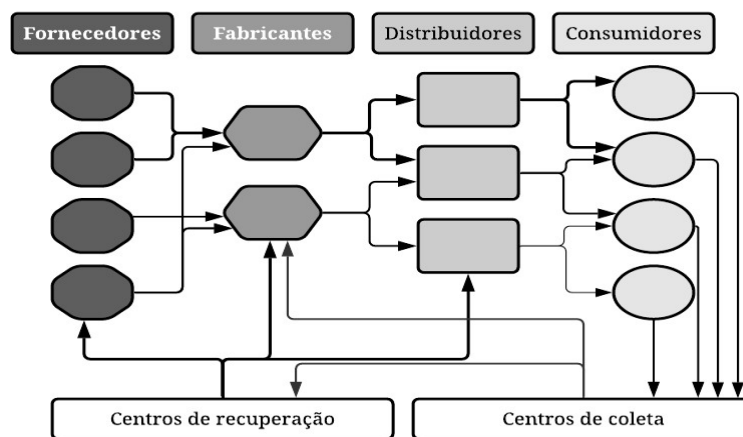
Além disso, têm sido relatados elementos que ampliaram a análise em estudos quanto à localização de instalações, tais como a quantidade de níveis na cadeia de suprimentos, a presença de cadeias de produtos únicos ou múltiplos, períodos únicos ou múltiplos e parâmetros determinísticos ou estocásticos (MELO; NICKEL; SALDANHA-DA-GAMA, 2009). Adicionalmente, revisões sistemáticas da literatura têm sido conduzidas (GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOKOOH, 2017) para classificar a teoria de PR (MANGIARACINA; SONG; PEREGO, 2015).

Nesta área, são analisados tópicos relacionados à política de estoques, escolha de meios de transporte, capacidades, layout de armazenagem e roteirização de veículos. Assim a análise de PR incorpora decisões no âmbito tático e operacional, ao passo que a localização de instalações seria uma decisão de escopo estratégico (MELO; NICKEL; SALDANHA-DA-GAMA, 2009).

O termo “Projeto de rede em cadeias de suprimento”, em inglês “*Supply chain network design*”, também é utilizado na literatura como sinônimo de “Planejamento estratégico da cadeia de suprimentos” (GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOKOOH, 2017) ou “Projeto de rede de distribuição” (MANGIARACINA; SONG; PEREGO, 2015). Os PRs podem ser entendidos como a infraestrutura e a estrutura física necessárias a uma cadeia de suprimentos (GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOKOOH, 2017).

A Figura 1 ilustra a representação gráfica típica da cadeia de suprimentos, sob o escopo de análise tanto da localização de instalações quanto do PR:

**Figura 1** - Representação gráfica de uma cadeia de suprimentos



Fonte: Adaptado de Melo *et al.* (2009, p. 402)

Estudos anteriores abordaram a temática de PR investigaram os efeitos de variáveis de decisão como capacidade, estoque, compras, produção, roteirização e modais de transporte (MELO; NICKEL; SALDANHA-DA-GAMA, 2009). Esses autores identificaram ainda que a maioria (75%) dos estudos havia analisado como função objetivo a minimização de custos, 16% a maximização de lucros, e 9% objetivos múltiplos. Quanto ao tipo de solução empregada, os autores encontraram que o uso de algoritmos com heurísticas figurava em 45% dos estudos, algoritmos com soluções exatas em 30%, soluções gerais exatas em 23% e soluções gerais com heurística, 2%.

As pesquisas na teoria de PR podem ser classificadas de acordo com o tipo de modelo, simulação, otimização, função objetivo e suposições do modelo (fonte única, múltipla, capacidade, quantidade de produtos) (MANGIARACINA; SONG; PEREGO, 2015). A Tabela 1 apresenta um resumo dos modelos identificados nas revisões dos três estudos.

**Tabela 1** – Características dos modelos revisados em estudos anteriores

	(MELO; NICKEL; SALDANHA-DA-GAMA, 2009)	(MANGIARACINA; SONG; PEREGO, 2015)	(GOVINDAN; FATTAHI; KEYVANSHOK OOH, 2017)**
Função objetivo	Minimização de custo	75%	66%
	Maximização de lucro	16	8
	Multiobjetivo	9	26
Premissas	Produto único	59	13
	Múltiplos produtos	41	29
	Período único	80	68
	Múltiplos períodos	20	32
Modelo	MILP		20
	Algoritmos com heurísticas	45	42
	Algoritmos com soluções exatas	30	22

\* 6% são nível de serviço  
 \*\*Estudos com parâmetros estocásticos

Fonte: Os Autores.

Identifica-se que nos três estudos, a maior parte dos trabalhos revisados utilizaram funções objetivo com minimização de custo. Levantou-se ainda que a maioria das pesquisas versaram sobre modelos com produto único, período único, modelos de programação linear inteira mista (MILP) e algoritmos com heurísticas.



## Metodologia

Por conta da natureza embrionária do tema “efeito da covid-19 em cadeias de suprimentos”, optou-se por utilizar a abordagem qualitativa, com objetivo exploratório utilizado frequentemente para avançar o conhecimento e contribuir com a teoria (EDMONDSON; MCMANUS, 2007; GEPHART, 2004; SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2006). A condução da abordagem ocorreu de maneira híbrida, incluindo análise bibliométrica e de conteúdo. A bibliometria é conhecida pela habilidade de quantificar a comunicação escrita (IKPAAHINDI, 1985) pelas análises de citações que podem identificar artigos relevantes de determinada área (CHAI; XIAO, 2012). Já a análise de conteúdo é uma técnica de investigação parcialmente refinada, que através de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extrai interpretações acerca de determinado assunto (FLICK, 2009). A combinação da análise bibliométrica e de conteúdo se tornou relevante para identificar evolução, lacunas e tendências (CARVALHO; FLEURY; LOPES, 2013).

A amostra para análise bibliométrica e de conteúdo foi extraída da principal coleção do *Web of Science*. Foi escolhida esta base porque ela já incorpora algumas revistas de outras bases de dados, como a Scopus. Adicionalmente, essa base é interessante para este tipo de pesquisa porque disponibiliza metadados específicos, necessários para utilizar determinados softwares como R-studio, Vosviewer, entre outros softwares relevantes para análise bibliométrica. Buscou-se nesta base as palavras “*Network design*”, “*Supply chain*” e “*Covid\**” (com asterisco para buscar todas as variações da palavra) em todos os tópicos. A busca foi realizada em 01 de maio de 2021 e atualizada no dia 28 de maio de 2021. Foram encontrados 34 trabalhos publicados entre 2020 e 2021. Para captar documentos revisados por pares, foi aplicado o filtro de artigos, o que resultou em 29 trabalhos. Na sequência, foi feita uma leitura crítica dos resumos, introdução e conclusão, e identificou-se que 16 artigos não abordavam o problema de pesquisa, que por isso foram excluídos. A amostra final foi de 13 artigos.

A análise bibliométrica visou identificar as revistas que publicaram este tema, o fator de impacto, a evolução das citações, os autores que publicaram nessa área e as palavras-chaves mais utilizadas nas pesquisas nessa temática. Essas informações são

apresentadas na Figura 2 e na Tabela 2. Já a análise de conteúdo foi realizada a partir da leitura profunda dos 13 artigos selecionados.

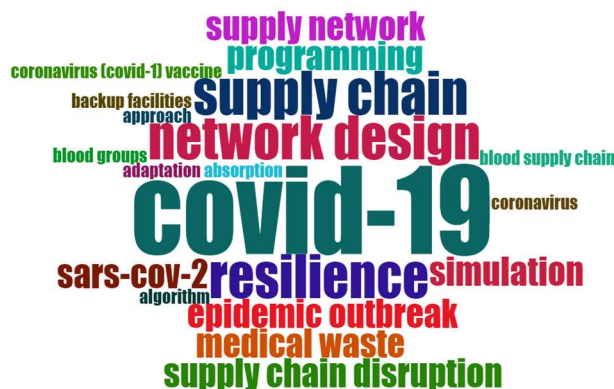
### **Análise Bibliométrica**

Esta literatura emergiu no ano de 2020 com o início da pandemia do covid-19 e está em desenvolvimento e crescimento. Em 2020, foram encontrados 4 artigos. Já em 2021 (Maio/2021), foram encontrados 9 artigos. O país que mais publicou sobre o assunto foi o Irã, com 4 artigos, depois os Estados Unidos com 2 artigos e na sequência publicaram um artigo os seguintes países: Bangladesh, China, Alemanha, Índia, México, Noruega e Emirados Árabes. Até a data da pesquisa não foram encontrados trabalhos de pesquisadores brasileiros. Apesar do Irã ter publicado mais artigos sobre o assunto, a Alemanha é quem acumula o maior número de citações até o momento, 211, na sequência a Noruega com 42, Índia com 33 e só em quarto lugar aparece o Irã com 14 citações.

Identificou-se que a média de citações por documento nesta amostra é de 23,38 e a média de citações por ano por artigo nesta amostra é de 15,41. Foi detectado que 2 artigos tiveram o acesso antecipado e todos os artigos analisados possuem um total de 748 referências. Foram analisadas as 68 palavras-chaves dos autores, plotadas na Figura 2. De acordo com as citações dos trabalhos, identificou-se no ranking das 10 mais citadas respectivamente: covid-19, projeto de rede, resiliência, cadeia de suprimentos, surto epidêmico, resíduo médico, programação, Sars-cov-2, simulação, interrupção da cadeia de suprimentos. Já as palavras mais relevantes, que mais apareceram no corpo dos trabalhos são respectivamente: modelo, otimização, coleção, projetar, projeto de Rede, resiliência, descarte, recuperação, cadeia de suprimentos, agregado.



**Figura 2:** Mapa de palavras-chaves



Fonte: Os autores, figura elaborada no software R-Studio.

*Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreaks: Insights from the Coronavirus Disease* foi o primeiro trabalho publicado sobre o tema. Esse trabalho foi recebido em 26 de fevereiro de 2020 e publicado em 9 de março de 2020. Atualmente ele acumula um total de 102 citações do Google Scholar (YU *et al*, 2020). Porém o trabalho mais citado da amostra é *Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak*, que foi recebido em 15 de março de 2020, publicado em 18 de março de 2020 e já acumula um total de 537 citações do Google Scholar (IVANOV, 2020).

**Tabela 2.** Artigos analisados

Fonte	Fator de Impacto	Total de citações	O que abordam?
Zahedi <i>et al.</i> (2021)	5.472	2	Desenvolveram duas abordagens para projetar uma rede de cadeia de suprimentos de alívio usando a IoT (internet das coisas) para tratar de vários casos suspeitos durante o surto de SARS-COV-2: (i) priorização, para minimizar o tempo máximo de resposta das ambulâncias, e (ii) alocação, para minimizar o tempo de resposta crítico total.
Goodar zian <i>et al.</i> (2021)	4.201	3	Utilizaram seis métricas para avaliar a qualidade da fronteira de Pareto obtida pelos algoritmos meta-heurísticos sobre problema de produção-distribuição-estoque-alocação-localização na rede da cadeia sustentável de suprimentos médicos durante a pandemia covid-19.
Shahed <i>et al.</i> (2021)	3.056	4	Desenvolveram um modelo matemático para mitigar interrupções em uma rede de cadeia de suprimentos de três estágios (fornecedor, fabricante, varejista) no cenário de covid-19.
Asadpo ur <i>et al.</i> (2021)	0.23	5	Projetaram uma rede verde da Cadeia de Abastecimento de Sangue (BSC) em relação à data de validade e às instalações de backup. O modelo proposto é bi-objetivo de Programação Inteira Mista (MIP) e utilizado na área de plasmas das pessoas que se recuperaram do covid-19.

Yu <i>et al.</i> (2020)	2.468	102	Propõem um novo modelo de logística reversa para lixo hospitalar, considerando cenário epidêmico onde o lixo aumenta exponencialmente.
Sundar akani <i>et al.</i> (2020)	3.325	3	Investigam o estabelecimento ou movimentação de instalações de distribuição na cadeia de abastecimento global, considerando custos, cumprimento, incertezas comerciais, riscos sob compensações ambientais e tecnologias de interrupção.
Das <i>et al.</i> (2021)	0.353	0	Propõem um modelo de design para a criação de uma rede de fornecimento resiliente, aplicável aos mercados locais e globais e considerando o cenário de pandemia da covid 19.
Alikhani <i>et al.</i> (2021)	5.134	3	Abordam o problema de projetar / redesenhar uma rede resiliente da cadeia de suprimentos de varejo sob incerteza, considerando o papel proeminente dos pontos de venda durante surtos epidêmicos de covid-19.
Singh <i>et al.</i> (2021)	4.577	105	Desenvolvem um modelo de simulação da rede do sistema público de distribuição (PDS) com três cenários diferentes, para demonstrar interrupções na cadeia de abastecimento de alimentos.
Kargar <i>et al.</i> (2020)	6.551	21	Propõem um modelo de programação linear com três funções objetivo que calculam a quantidade de resíduos gerados de acordo com os parâmetros do atual surto epidêmico.
Tsao <i>et al.</i> (2021)	3.660	3	Projetaram um modelo de rede de fornecimento de energia renovável resiliente, considerando os riscos de oferta, demanda e pagamento causados pelo covid-19.
Ivanov (2020)	4.690	537	Demonstrou como a metodologia baseada em simulação pode ser usada para examinar e prever os impactos de surtos epidêmicos no desempenho do SC, usando o exemplo do coronavírus covid-19 e o software de simulação e otimização anyLogistix.
Shadkam (2022)	2.771	0	Propõe um modelo de otimização cuco, algoritmo meta-heurístico, para resolver alguns problemas de fluxo e custo, relacionados ao problema da logística reversa no cenário de covid-19.

Fonte: Os Autores (2023).

Identificou-se que essa área de pesquisa está em crescimento, porém as pesquisas ainda estão dispersas. Nota-se pela Tabela 2 que os 13 artigos analisados foram publicados em 13 revistas diferentes. Dessas revistas, a *Science of the Total Environment* é a que possui maior fator de impacto. Na última coluna da Tabela 2, descrevemos o que aborda cada artigo selecionado da amostra.

### Características dos modelos de PR

Os PR nos 13 artigos pesquisados foram classificados de forma a descrever as características dos modelos desenvolvidos para estudar a temática da covid-19.

As características dos modelos são apresentadas na Tabela 3. A partir desse levantamento é possível verificar que a maioria dos trabalhos que utilizaram modelos de otimização utilizou função objetivo de minimização, principalmente de custo. Nestes trabalhos foram utilizados os softwares MATLAB, GAMS e LINGO, e o principal modelo

foi o MIP. Dois trabalhos utilizaram técnica de simulação para atingir seus objetivos, com uso do software Anylogistix.

**Tabela 3** – Características dos modelos de PR identificados na amostra

	Função objetivo	Software	Níveis	Abordagem	Modelo	Multicritério	Multilíngua	Multiprodução
Zahedi <i>et al.</i> (2021)	Minimizar o tempo de resposta máximo de ambulâncias	GAMS	3	Simulated Annealing (SA), Social Engineering Optimization (SEO), Particle Swarm Optimization (PSO)	MINLP	x	x	x
Yu <i>et al.</i> (2020)	Minimizar o risco de desperdício de recursos médicos	LINGO		Método Fuzzy	MILP	x	x	
Tsao <i>et al.</i> (2021)	Maximizar receita da venda de energia elétrica a consumidores	MATLAB		Método Fuzzy				
Sundarakan <i>et al.</i> (2020)	Minimizar custos de montagem, estocagem e transporte		4		Otimização robusta e MILP			
Singh <i>et al.</i> (2021)	Minimizar custos operacionais	AnyLogistix		Simulação				
Shahed <i>et al.</i> (2021)	<i>Average profit per cycle</i>		3	Genetic algorithm (GA) and pattern search (PS)				
Shadkam (2022)	Minimizar custos de materiais	MATLAB		Cuckoo Optimization Algorithm (COA)	MIP			
Kargar <i>et al.</i> (2020)	Minimizar custos de transporte e desperdício	LINGO		Multi-Choice Goal Programming method	MIP			
Ivanov (2020)		AnyLogistix	4	Simulação			x	x
Goodarzian <i>et al.</i> (2021)	Maximizar fatores sociais; minimizar custos	MATLAB		Ant colony optimization, fish swarm algorithm, and firefly		x	x	x
Das <i>et al.</i> (2021)	Maximizar resiliência; minimizar custo	LINGO			MIP			
Asadpour <i>et al.</i> (2021)	Minimizar custo total	GAMS		Goal Programming (GP)	MIP			

Alikhani <i>et al.</i> (2021)		GAMS		Two-stage stochastic programming (TSSP) model	MIP			x
-------------------------------	--	------	--	---	-----	--	--	---

Fonte: Os Autores.

### Considerações finais

Neste trabalho objetivou-se realizar uma revisão dos estudos que investigaram Projetos de rede (PR) em cadeias de suprimentos no contexto da pandemia de covid-19. Através de uma busca cuidadosa e seleção na base de dados *Web of Science* dos termos “*Network design*”, “*Supply chain*” e “*Covid\**” (com asterisco para buscar todas as variações da palavra) em todos os tópicos, foram identificados treze estudos que desenvolveram modelos de PR utilizando técnicas de otimização e simulação. A pesquisa ainda possibilitou a discussão de uma agenda de pesquisa que será abordada no item 7.

Este estudo teve por objetivo investigar os efeitos dos eventos incertos em cadeias de suprimentos utilizando PR, porém nossa busca foca apenas no evento da pandemia de covid-19, resultando em uma amostra pequena para uma revisão sistemática e bibliométrica. Estudos futuros podem tentar ampliar a amostra. Apesar da amostra pequena, interessantes e relevantes insights foram extraídos, contribuindo para o avanço teórico e prático de cadeia de suprimentos e PR.

Os trabalhos analisados contribuíram para o avanço do conhecimento na área de PR e cadeias de suprimentos, fornecendo insights valiosos sobre como gerenciar o reabastecimento de produtos em cenários complexos e desafiadores como o da pandemia. Além do mais, a partir desses estudos foi possível identificar uma agenda de estudos futuros.

### Sugestões de Pesquisas futuras

Identificamos nos artigos analisados as seguintes oportunidades de pesquisa: (i) Incorporar os efeitos do covid-19 na capacidade de produção das usinas de energia em modelos de compartilhamento de risco com subsídios do governo (TSAO *et al.*, 2021). (ii) Fazer estudos longitudinais com modelos remotos que utilizam Internet das Coisas (IoT) para compreender e monitorar remotamente pacientes, considerando o número de enfermeiros e categorizando casos com base na idade (ZAHEDI *et al.*, 2021). (iii) Utilizar abordagens como restrição épsilon, decomposição de Benders, algoritmos Gaka e Gaseo

para resolver problemas decorrentes do modelo remoto para monitoramento de pacientes em cenários incertos como o de pandemia (ZAHEDI *et al.*, 2021). (iv) Desenvolvimento de um modelo detalhado de rede de distribuição pública e cadeia de abastecimento alimentar, incorporando vários fatores, desafios, abordagens matemáticas, abordagens estatísticas e análises rigorosas para capturar questões da cadeia de abastecimento alimentar, da cadeia de produtos essenciais ou da cadeia de equipamentos de saúde, que podem conter restrições de viagens em determinadas áreas (SINGH *et al.*, 2021). (v) Desenvolvimento de conceitos de resiliência por meio de novos algoritmos meta-heurísticos para compará-los com algoritmos híbridos, com adição da política de pedidos durante a pandemia covid-19 ao modelo SMSCN (GOODARZIAN *et al.*, 2021). (vi) Testar as reações de SC sujeitas a diferentes planos de pandemia, por exemplo, considerar diferentes níveis de inventário de mitigação de risco como elementos de planos de pandemia.

A complexidade pode ser facilmente aumentada ao incluir outros elementos, como capacidades reservadas, fornecedores reserva, reservas de *lead time*, subcontratação regional... Embora omitamos essa complexidade no cenário experimental particular neste artigo para apresentar os resultados de uma forma representativa (IVANOV, 2020). (vii) Examinar um surto de ruptura nos escalões de SC a jusante ou mesmo nos mercados e como esses eventos afetariam as propagações para a frente e para trás do efeito cascata (IVANOV, 2020). (viii) Estudar o impacto de surtos epidêmicos nos CSs para itens com demanda urgente durante o surto, como desinfetante para as mãos, máscara médica e álcool medicinal, (IVANOV, 2020). (ix) Apontamos para as novas tecnologias digitais que têm potencial para melhorar o controle do efeito cascata em casos de surtos epidêmicos (IVANOV, 2020). (x) Fazer com que as inovações e os dados trabalhem para a resiliência de SC em tempos de crise, com um foco particular em análise de dados, inteligência artificial e aprendizado de máquina (IVANOV, 2020). (xi) Introduzir no modelo o tempo de espera e considerar a confiabilidade como uma variável probabilística para modificar o modelo, pensando o surto epidêmico e vários fornecedores para o fabricante ao invés de um (SHAHED *et al.*, 2021). Além disso, em vez de uma cadeia de Markov de tempo contínuo (CTMC), uma cadeia de semi-Markov pode ser usada para probabilidades transitórias (SHAHED *et al.*, 2021).

## Referências

ASADPOUR, M.; BOYER, O.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R. A blood supply chain network with backup facilities considering blood groups and expiration date: A real-world application. **International Journal of Engineering**, v. 34, n. 1, 2021. DOI: [10.5829/ije.2021.34.02b.19](https://doi.org/10.5829/ije.2021.34.02b.19)

ALIKHANI, R.; TORABI, S. A.; ALTAY, N. Retail supply chain network design with concurrent resilience capabilities. **International Journal of Production Economics**, vol. 234, p. 108042, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108042>.

ASSUNÇÃO, Marcus Vinicius Dantas et al. Resilience of the Brazilian supply chains due to the impacts of covid-19. **Holos**, v. 5, p. 1-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2020.10802>

BAGHALIAN, A.; REZAPOUR, S.; FARAHANI, R. Z. Robust supply chain network design with service level against disruptions and demand uncertainties: A real-life case. **European Journal of Operational Research**, v. 227, n. 1, p. 199–215, 2013. DOI: [10.5829/ije.2021.34.02b.19](https://doi.org/10.5829/ije.2021.34.02b.19)

BARBERIA, L.G., CLARO, M.L., SEELAENDER, I., ROSA, C., PEREIRA, S. Confronting the covid-19 pandemic: Brazilian federal and subnational-government responses, technical report on social distancing stringency (SDS) 1.0. **Tech. rep**, 2020. DOI: [10.17605/OSF.IO/WD4ET](https://doi.org/10.17605/OSF.IO/WD4ET)

BARBOSA, Marcelo Werneck; SOUSA, Paulo Renato; OLIVEIRA, Leise Kelli. The Effects of Barriers and Freight Vehicle Restrictions on Logistics Costs: A Comparison before and during the covid-19 Pandemic in Brazil. **Sustainability**, v. 14, n. 14, p. 8650, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14148650>

BUDAK, A.; USTUNDAG, A. Reverse logistics optimisation for waste collection and disposal in health institutions: the case of Turkey. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v. 20, n. 4, p. 322–341, 2017. DOI: [10.1080/13675567.2016.1234595](https://doi.org/10.1080/13675567.2016.1234595)

BÜYÜKTAHTAKIN, İ. E.; BORDES, E. DES-; KIBIŞ, E. Y. A new epidemics–logistics model: Insights into controlling the Ebola virus disease in West Africa. **European Journal of Operational Research**, v. 265, n. 3, p. 1046–1063, 2018. DOI: [10.1016/j.ejor.2017.08.037](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.08.037)

CARVALHO, M. M.; FLEURY, A.; LOPES, A. P. An overview of the literature on technology roadmapping (TRM): Contributions and trends. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 80, n. 7, p. 1418–1437, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.008>



CHAI, K.-H.; XIAO, X. Understanding design research: A bibliometric analysis of Design Studies (1996–2010). **Design Studies**, v. 33, n. 1, p. 24–43, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.destud.2011.06.004>

DAS, K.; ANNAND, A.; RAM, M. A Global Supply Network Design Model: A Resilient Management Approach. **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 6, n. 2, p. 660–676, 2021. DOI: [10.33889/ijmems.2021.6.2.041](https://doi.org/10.33889/ijmems.2021.6.2.041)

DASAKLIS, T. K.; PAPPIS, C. P.; RACHANIOTIS, N. P. Epidemics control and logistics operations: A review. **International Journal of Production Economics**, v. 139, n. 2, p. 393–410, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.023>

DASKIN, M. S.; SNYDER, L. V.; BERGER, R. T. Facility Location in Supply Chain Design. In: **Logistics Systems: Design and Optimization**. New York: Springer-Verlag, p. 39–65, 2005. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/0-387-24977-x\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/0-387-24977-x_2)

DE SOUZA, W. M.; BUSS, L. F.; CANDIDO, D. da S.; CARRERA, J.-P.; LI, S.; ZAREBSKI, A. E.; PEREIRA, R. H. M.; PRETE, C. A., Jr; DE SOUZA-SANTOS, A. A.; PARAG, K. V.; BELOTTI, M. C. T. D.; VINCENTI-GONZALEZ, M. F.; MESSINA, J.; DA SILVA SALES, F. C.; ANDRADE, P. dos S.; NASCIMENTO, V. H.; GHILARDI, F.; ABADE, L.; GUTIERREZ, B.; ... FARIA, N. R. Epidemiological and clinical characteristics of the covid-19 epidemic in Brazil. **Nature Human Behaviour**, vol. 4, no. 8, p. 856–865, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41562-020-0928-4>.

DOLGUI, A.; IVANOV, D.; SOKOLOV, B. Reconfigurable supply chain: the X-network. **International Journal of Production Research**, vol. 58, no. 13, p. 4138–4163, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1774679>.

EDMONDSON, A.C., MCMANUS, S.E. Methodological fit in management field research. **Acad. Manag. Rev.** 32, 1155–1179. 2007. DOI: <https://doi.org/10.5465/AMR.2007.26586086>

FATHOLLAHI-FARD, A. M.; AHMADI, A.; AL-E-HASHEM, S. M. J. M. Sustainable closed-loop supply chain network for an integrated water supply and wastewater collection system under uncertainty. **Journal of Environmental Management**, vol. 275, p. 111277, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111277>.

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa: Coleção Pesquisa Qualitativa**. [S. l.]: Bookman Editora, 2009.

GEPHART, R. P., Jr. Qualitative Research and the Academy of Management Journal. **Academy of Management Journal**, vol. 47, no. 4, p. 454–462, 2004. DOI: <https://doi.org/10.5465/amj.2004.14438580>.



GOLAN, M. S.; JERNEGAN, L. H.; LINKOV, I. Trends and applications of resilience analytics in supply chain modeling: systematic literature review in the context of the covid-19 pandemic. **Environment Systems and Decisions**, vol. 40, no. 2, p. 222–243, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10669-020-09777-w>.

GOODARZIAN, F.; TALEIZADEH, A. A.; GHASEMI, P.; ABRAHAM, A. An integrated sustainable medical supply chain network during covid-19. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**, vol. 100, p. 104188, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104188>.

GOVINDAN, K.; FATTAHI, M.; KEYVANSHOKOOH, E. Supply chain network design under uncertainty: A comprehensive review and future research directions. **European Journal of Operational Research**, vol. 263, no. 1, p. 108–141, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.04.009>.

IKPAAHINDI, Linus. An overview of bibliometrics: its measurements, laws and their applications. **Libri**, v. 35, p. 163, 1985.

IVANOV, D. Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (covid-19/SARS-CoV-2) case. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, vol. 136, p. 101922, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>.

KARGAR, S.; POURMEHDI, M.; PAYDAR, M. M. Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (covid-19). **Science of The Total Environment**, vol. 746, p. 141183, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141183>.

LU, J.; DU PLESSIS, L.; LIU, Z.; HILL, V.; KANG, M.; LIN, H.; SUN, J.; FRANÇOIS, S.; KRAEMER, M. U. G.; FARIA, N. R.; MCCRONE, J. T.; PENG, J.; XIONG, Q.; YUAN, R.; ZENG, L.; ZHOU, P.; LIANG, C.; YI, L.; LIU, J.; ... KE, C. Genomic Epidemiology of SARS-CoV-2 in Guangdong Province, China. **Cell**, vol. 181, no. 5, p. 997-1003.e9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.04.023>.

MANGIARACINA, R.; SONG, G.; PEREGO, A. Distribution network design: a literature review and a research agenda. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, vol. 45, no. 5, p. 506–531, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijpdm-02-2014-0035>.

MELO, M. T.; NICKEL, S.; SALDANHA-DA-GAMA, F. Facility location and supply chain management – A review. **European Journal of Operational Research**, vol. 196, no. 2, p. 401–412, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.05.007>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, BRASIL. 2020. **Painel de política estadual e local covid-19**. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/> Acesso em: 12 dez 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2020. **Comentários de abertura do Diretor-Geral da OMS no briefing para a mídia sobre covid-19-11 de março de 2020.** Disponível em: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020> Acesso em: 12 dez 2020.

QUEIROZ, M. M.; IVANOV, D.; DOLGUI, A.; FOSSO WAMBA, S. Impacts of epidemic outbreaks on supply chains: mapping a research agenda amid the covid-19 pandemic through a structured literature review. **Annals of Operations Research**, vol. 319, no. 1, p. 1159–1196, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>.

ROWAN, N. J.; LAFFEY, J. G. Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (covid19) pandemic – Case study from the Republic of Ireland. **Science of The Total Environment**, vol. 725, p. 138532, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138532>.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3a. ed. São Paulo: McGraw-Hill, p. 152-223, 2006.

SARKIS, J.; COHEN, M. J.; DEWICK, P.; SCHRÖDER, P. A brave new world: Lessons from the covid-19 pandemic for transitioning to sustainable supply and production. **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 159, p. 104894, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104894>.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A.; LEONARDI, A.; MARINHO, M. de M. Os efeitos da pandemia da covid-19 sobre o agronegócio e a alimentação. **Estudos Avançados**, vol. 34, no. 100, p. 167–188, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.011>.

CHOPRA, Sunil; SODHI, ManMohan; LÜCKER, Florian. Achieving supply chain efficiency and resilience by using multi-level commons. **Decision Sciences**, v. 52, n. 4, p. 817-832, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/dec.12526>

SHADKAM, E. Cuckoo optimization algorithm in reverse logistics: A network design for covid-19 waste management. **Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy**, vol. 40, no. 4, p. 458–469, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1177/0734242x211003947>.

SHAHED, K. S.; AZEEM, A.; ALI, S. M.; MOKTADIR, Md. A. A supply chain disruption risk mitigation model to manage covid-19 pandemic risk. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-16. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12289-4>.

MAX SHEN, Z.-J. Integrated supply chain design models: a survey and future research directions. **Journal of Industrial & Management Optimization**, vol. 3, no. 1, p. 1–27, 2007. DOI: <https://doi.org/10.3934/jimo.2007.3.1>.

SILVA, R. R. **Os efeitos da pandemia da covid-19 na cadeia de suprimentos: um estudo de caso do setor supermercadista brasileiro sob a perspectiva de uma rede varejista.** 2020. Dissertação de Mestrado. Fundação Getulio Vargas, São Paulo, 2020.

SINGH, S.; KUMAR, R.; PANCHAL, R.; TIWARI, M. K. Impact of covid-19 on logistics systems and disruptions in food supply chain. **International Journal of Production Research**, vol. 59, no. 7, p. 1993–2008, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1792000>.

SOENDERGAARD, Niels et al. Impactos da covid-19 no agronegócio e o papel do Brasil. **Inspere-Centro do Agronegócio Global. Texto para discussão**, n. 2, 2020.

SUNDARAKANI, B.; PEREIRA, V.; ISHIZAKA, A. Robust facility location decisions for resilient sustainable supply chain performance in the face of disruptions. **The International Journal of Logistics Management**, vol. 32, no. 2, p. 357–385, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijlm-12-2019-0333>.

TSAO, Y.-C.; THANH, V.-V.; LU, J.-C.; WEI, H.-H. A risk-sharing-based resilient renewable energy supply network model under the covid-19 pandemic. **Sustainable Production and Consumption**, vol. 25, p. 484–498, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.003>.

YU, H.; SUN, X.; SOLVANG, W. D.; ZHAO, X. Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreak: Insights from the Coronavirus Disease 2019 (covid-19) in Wuhan (China). **International journal of environmental research and public health**, SSRN Electronic Journal 17(5), 1770. 2020. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3538063>

ZAHEDI, A.; SALEHI-AMIRI, A.; SMITH, N. R.; HAJIAGHAEI-KESHTELI, M. Utilizing IoT to design a relief supply chain network for the SARS-COV-2 pandemic. **Applied Soft Computing**, vol. 104, p. 107210, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107210>.