

30 de setembro a 4 de outubro
Ponta Grossa - PR - Brasil

MODELOS DE OTIMIZAÇÃO PARA CADEIAS DE SUPRIMENTOS GLOBAIS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

OPTIMIZATION MODELS FOR GLOBAL SUPPLY CHAINS: A SYSTEMATIC REVIEW

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO DE OPERAÇÕES E LOGÍSTICA

Pierre Martines de Arruda, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, pierre.martines@hotmail.com

Eli Angela Vitor Toso, Universidade Federal de São Carlos, Brasil, eli@ufscar.br

Resumo

Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre modelos de otimização no contexto de cadeias de suprimentos globais. Foram pesquisados artigos indexados nas bases *Google Scholar*, *Scopus* e *Web of Science*. Após avaliação inicial e inserção de filtros, foram selecionados 60 artigos para análise. Utilizando técnicas bibliométricas e de análise de citações e co-citações, foram identificados os autores mais relevantes, as principais características dos modelos desenvolvidos pelos autores mais citados na amostra, e as estatísticas dos resultados em relação à termos encontrados nos títulos, palavras-chave e resumos. Este trabalho destaca a linha temporal de proposição de modelos de otimização para o planejamento de cadeias de suprimentos e apresenta oportunidades para pesquisadores desenvolverem novas pesquisas sistemáticas e/ou bibliométricas no campo de cadeias de suprimentos globais, bem como pesquisas com novas proposições de modelos e abordagens para o problema.

Palavras-chave: Cadeias de Suprimentos Globais; Modelos de Otimização; Revisão Sistemática da Literatura; Análise Bibliométrica.

Abstract

This paper reviews the literature on optimization models in the context of global supply chains. We searched indexed articles in the Google Scholar, Scopus and Web of Science databases. After initial evaluation and insertion of filters, 60 articles were selected for analysis. Using bibliometric techniques and analysis of citations and co-citations, we found the most relevant authors, the main characteristics of the models developed by the most cited authors in the sample, and the statistics related with the common words in the titles, keywords and abstracts. This paper highlights the timeline of optimization models for the planning of global supply chains and presents opportunities for researchers to develop new systematic and/or bibliometric research in the field, as well new researches about modelling and solutions propositions.

Keywords: *Global Supply Chains; Optimization Models; Systematic Review; Bibliometric Analysis.*

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um movimento de migração das operações das empresas para a produção em mercados globais. Isso resulta no aumento da responsabilidade do setor de produção, como também de empresas intermediárias e fornecedores ao longo de toda a cadeia. Diante disso, a cadeia de suprimentos torna-se mais complexa, pois envolve diferentes fatores como aumento da distância entre as camadas da cadeia, variações em regulamentações dos

países, diferentes ambientes políticos, aumento no risco das operações e diferenças culturais entre os membros da cadeia (Aydin, Cattani, & Druehl, 2014).

Um dos desafios para gerenciamento de cadeias globais é o planejamento da configuração física da rede, por exemplo, decisões de localização de plantas de produção e de armazenagem, seleção de fornecedores, alocação de demanda dos clientes, entre outras. Diversos autores desenvolveram modelos que adotam diferentes técnicas de solução para o problema de configuração de redes globais, incluindo programação matemática, simulação, heurísticas e ferramentas estatísticas (Narasimhan & Mahapatra, 2004). Algumas revisões foram realizadas sobre cadeias de suprimentos globais, como os trabalhos de Goetschalckx, Vidal, & Dogan (2002), Meixell & Gargeya (2005) e Koberg & Longoni (2019). Entretanto, até o momento, não foram encontrados trabalhos com revisão sistemática da literatura sobre modelos de planejamento para cadeias de suprimentos globais.

Nesse contexto, este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre modelos de otimização para o planejamento de cadeias de suprimentos globais. O objetivo é analisar como esta literatura tem evoluído, considerando as especificidades das cadeias de suprimentos globais e analisando as principais características dos modelos que tem sido propostos.

Este artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 consiste numa revisão sobre cadeias de suprimentos globais; a seção 3 descreve a metodologia utilizada na elaboração desta revisão sistemática; a seção 4 apresenta a análise bibliométrica dos artigos selecionados na amostra; a seção 5 apresenta a análise de redes, contendo a análise de citações e a análise de co-citações; a seção 6 apresenta uma análise dos modelos desenvolvidos pelos autores mais citados da amostra; após, em seguida são discutidas as conclusões e perspectivas para futuros trabalhos; e, por fim, as referências desse artigo são listadas.

2. CADEIAS DE SUPRIMENTOS GLOBAIS

As cadeias de suprimentos globais (CSG) são cadeias de suprimentos que se estendem além dos limites de um único país. Nessa configuração, as empresas se distribuem em vários países, podendo localizar as instalações de produção ou de fornecedores por meio de localidades internas ou externas ao país de produção (Caniato, Golini, & Kalchschmidt, 2013).

O interesse em cadeias de suprimentos globais aumentou nas últimas décadas principalmente em razão da globalização. As empresas buscam por meio da internacionalização das suas operações a redução de custos, o aumento da receita e uma maior confiabilidade nos mercados (Meixell & Gargeya, 2005). Diante disso, as CSG são complexas, compostas por diferentes organizações, dispersas em várias camadas e localidades geográficas ao redor do globo (Choi & Hong, 2002).

Uma cadeia de suprimentos global é ilustrada na figura 1. Nesta figura, a cadeia de suprimentos é organizada em camadas que representam os estágios de produção, que são organizados de tal forma que as saídas de um nível são as entradas para o próximo. Assim, os materiais, componentes e produtos finais podem ser produzidos em instalações próprias ou de fornecedores, em locais domésticos ou internacionais (Meixell & Gargeya, 2005).

Diversos trabalhos foram desenvolvidos envolvendo cadeias de suprimentos globais. Alguns trabalhos foram desenvolvidos para seleção de fornecedores (Xu & Nozick, 2009), localização de centros de distribuição (Tabrizi & Razmi, 2013), localização de indústrias (Sousa, Liu, Papageorgiou, & Shah, 2011), redução de riscos da cadeia (Soni & Kodali, 2013), dentre outras aplicações.

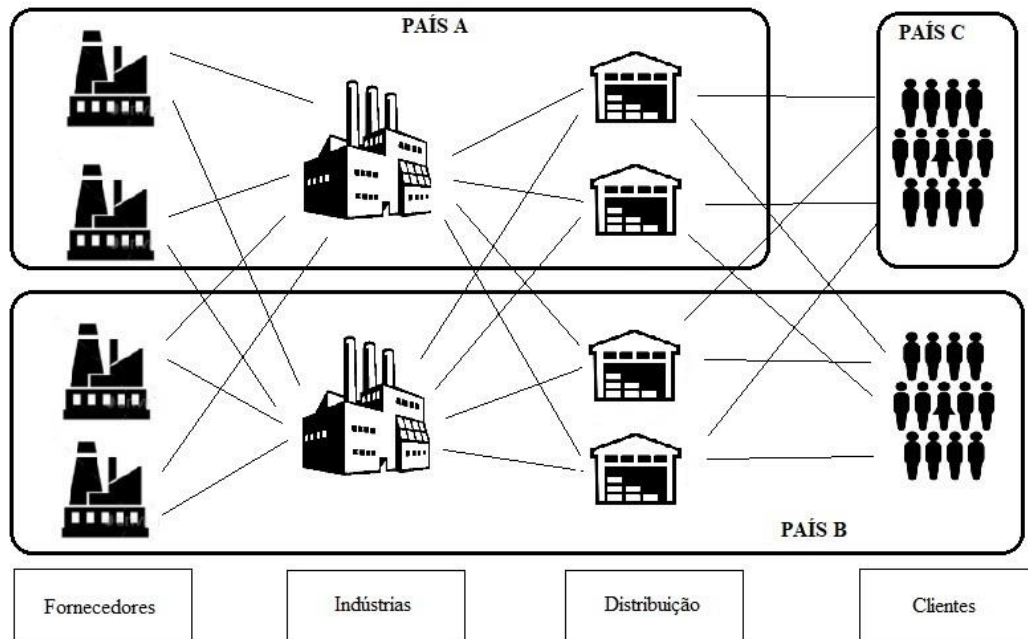


Figura 1 – Típica Cadeia de Suprimentos Global

Fonte: Elaborado pelos autores.

3. METODOLOGIA

Nesta seção é descrita a aplicação da metodologia de pesquisa ao contexto deste estudo. O artigo baseou-se no procedimento de revisão sistemática de Tranfield, Denyer & Smart (2003). A revisão sistemática adota um processo replicável, científico e transparente permitindo a localização de estudos existentes, a seleção e avaliação das contribuições, a análise e síntese dos dados e a divulgação das evidências do campo de estudo. Desta forma, a revisão sistemática permite mapear e analisar a literatura identificando possíveis lacunas e destacando os limites do conhecimento (Tranfield et al., 2003). As bases utilizadas para a seleção dos artigos foram: *Google Scholar*, *Scopus* e *Web of Science*. Essas bases foram selecionadas em razão da abrangência de artigos em termos internacionais. A seguir são apresentadas as etapas adotadas para a realização dessa revisão sistemática.

3.1 Formulação da Questão

A primeira etapa consiste na formulação da questão que se deseja responder com esse estudo. Assim, a questão a ser respondida é: “Quais modelos de otimização foram desenvolvidos e testados no contexto de cadeias de suprimentos globais?”. Por meio dessa questão pretende-se: (i) entender como o conhecimento sobre modelos de otimização aplicados a cadeias de suprimentos globais tem evoluído com o tempo, e (ii) avaliar as principais características dos modelos desenvolvidos pelos autores mais citados nos trabalhos revisados.

3.2 Definição das Palavras-chave

Na segunda etapa foram selecionadas as palavras-chave e as expressões de busca utilizadas na pesquisa nas bases: *Google Scholar*, *Scopus* e *Web of Science*. Nesta etapa foi utilizada a seguinte expressão de busca: (“*global supply chain*” OR “*global supply chain network*” OR “*global supply chain network design*”) AND (“*optimization*” OR “*programming*”). Ao realizar essa busca, pretende-se selecionar os artigos que compreendam o estudo de cadeias de suprimentos globais e o desenvolvimento de modelos de otimização nesse contexto. Nas bases

Scopus e *Web of Science*, a expressão de busca foi efetuada no título, resumo e palavras-chave. No *Google Scholar*, a expressão de busca foi efetuada apenas no título, em razão da limitação do sistema de pesquisa.

3.3 Resultados Iniciais

Os resultados iniciais são apresentados na tabela 1. A pesquisa resultou num total de 450 trabalhos. Os maiores registros foram identificados na base *Scopus* com 287 trabalhos, seguido pela *Web of Science* com 140 trabalhos e pelo *Google Scholar* com 23 trabalhos.

| Local de Pesquisa | Expressão de Busca | Trabalhos |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <i>Google Scholar</i> | ("global supply chain" OR "global supply chain network" OR "global supply chain network design") AND ("optimization" OR "programming"). | 23 |
| <i>Scopus</i> | ("global supply chain" OR "global supply chain network" OR "global supply chain network design") AND ("optimization" OR "programming"). | 287 |
| <i>Web of Science</i> | ("global supply chain" OR "global supply chain network" OR "global supply chain network design") AND ("optimization" OR "programming"). | 140 |
| Total | | 450 |

Tabela 1 – Resultados Iniciais da Busca nas Bases

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.4 Refinamento dos Resultados Iniciais

Visando refinar os resultados obtidos inicialmente, foram aplicados dois filtros para selecionar os artigos para uma análise mais detalhada. A figura 2 ilustra as etapas da filtragem. O primeiro filtro excluiu trabalhos que não são artigos científicos, artigos duplicados, artigos que não são revisados por pares e artigos que não são em língua inglesa. Realizada essa primeira filtragem, restaram 187 artigos. Após a primeira etapa, esses artigos foram avaliados pela leitura do título e resumo, visando selecionar apenas os artigos que compreendam o planejamento de cadeias de suprimentos globais com a proposição de modelos de otimização nesse contexto. O segundo filtro excluiu artigos que não tratam de cadeias de suprimentos globais, artigos que não desenvolveram modelos de otimização, artigos que não tratam de modelagem matemática e artigos que não testaram os modelos. Finalizada a segunda filtragem, restaram 60 artigos que foram considerados para análise neste artigo.

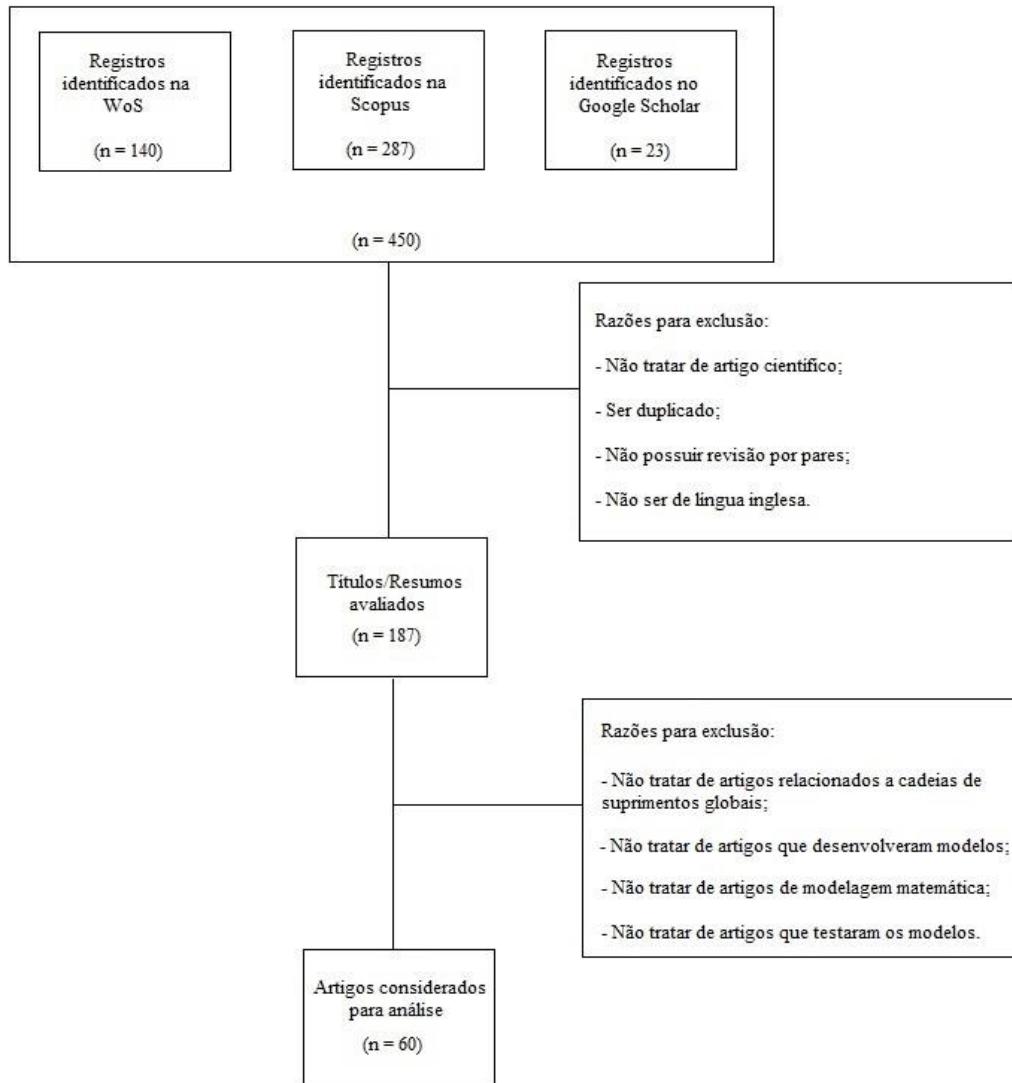


Figura 2 – Procedimento de Filtragem dos Artigos

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.5 Estatística dos Dados Iniciais

A figura 3 ilustra a quantidade de artigos publicados por ano. Esses resultados demonstram que o campo de estudo sobre modelos de otimização no contexto de cadeias de suprimentos globais é recente, sendo que as primeiras publicações iniciaram em 2001. As estatísticas iniciais mostram que 41 periódicos contribuíram com publicações. A tabela 2 apresenta os periódicos com o maior número de publicações. Esses periódicos publicaram um total de 28 artigos sobre o tema. O periódico que publicou o maior número de artigos é o *International Journal of Production Research* com 6 publicações.

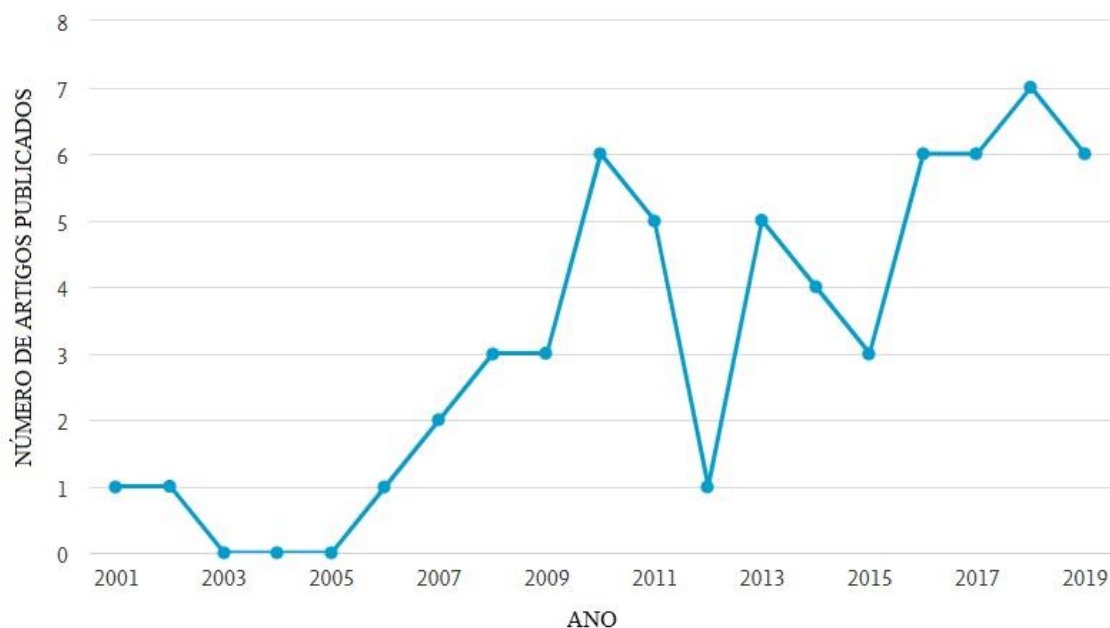


Figura 3 – Número de Artigos Publicados por Ano

Fonte: Elaborado pelos autores.

| Periódico | Número de Publicações |
|------------------------------------------------------|-----------------------|
| <i>International Journal of Production Research</i> | 6 |
| <i>European Journal of Operational Research</i> | 4 |
| <i>Journal of Cleaner Production</i> | 4 |
| <i>Computers and Chemical Engineering</i> | 3 |
| <i>Transportation Research Part E</i> | 3 |
| <i>Applied Mathematical Modelling</i> | 2 |
| <i>Computers and Industrial Engineering</i> | 2 |
| <i>International Journal of Production Economics</i> | 2 |
| <i>Sustainability Switzerland</i> | 2 |
| Total | 28 |

Tabela 2 – Periódicos com Maior Número de Publicações

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

A análise bibliométrica pode ser conduzida por diferentes pacotes de softwares, como Bibexcel, CiteSpace, Gephi, HistCite, Pajek, Publish or Perish, SciMat e VOSviewer. Nesse artigo, foi utilizado o software VOSviewer versão 1.6.11 que permite construir e visualizar mapas bibliométricos, sendo especialmente útil para exibir grandes mapas que facilitam a interpretação (Van Eck & Waltman, 2010). Nessa análise, o foco consiste nas informações sobre autores, instituições, títulos, publicações e palavras-chave.

4.1 Autores Mais Relevantes

A primeira análise compreende os autores que tiveram o maior número de publicações sobre modelos de otimização para cadeias de suprimentos globais, conforme resultados na tabela 3. O principal autor é Wu com 4 artigos publicados, seguidos por Bassett, Papageorgiou e Sousa com 3 artigos cada. O total de trabalhos publicados por esses autores é de 39 artigos.

| Autor | Número de Publicações |
|---------------------|-----------------------|
| Wu, Y. | 4 |
| Bassett, M. | 3 |
| Papageorgiou, L. G. | 3 |
| Sousa, R. T. | 3 |
| Frein, Y. | 2 |
| Gardner, L. | 2 |
| Goetschalckx, M. | 2 |
| Hammami, R. | 2 |
| Hasani, A. | 2 |
| Huang, S. | 2 |
| Krishnan, K. K. | 2 |
| Liu, S. | 2 |
| Park, Y. | 2 |
| Shah, N. | 2 |
| Vidal, C. J. | 2 |
| Wan, Z. | 2 |
| Zhang, X. | 2 |
| Total | 39 |

Tabela 3 – Autores com Maior Número de Publicações

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2 Estatística das Instituições

A tabela 4 apresenta as instituições com o maior número de publicações. Essas instituições contribuíram com 34 artigos. A instituição com maior número de publicações é a *University of Southampton* com 5 artigos publicados, seguido pela *University College of London* com 3 publicações.

| Instituição | País da Instituição | Número de Publicações |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
| <i>University of Southampton</i> | Reino Unido | 5 |
| <i>University College of London</i> | Reino Unido | 3 |
| <i>Kyung Hee University</i> | Coréia do Sul | 2 |
| <i>Institut Polytechnique de Grenoble</i> | França | 2 |
| <i>University of Windsor</i> | Canadá | 2 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|
| <i>Iran University of Science and Technology</i> | Irã | 2 |
| <i>Imperial College London</i> | Reino Unido | 2 |
| <i>Aristotle University of Thessaloniki</i> | Grécia | 2 |
| <i>Central South University China</i> | China | 2 |
| <i>National University of Singapore</i> | Cingapura | 2 |
| <i>Wichita State University</i> | EUA | 2 |
| <i>Dow AgroSciences</i> | EUA | 2 |
| <i>University of Indianapolis</i> | EUA | 2 |
| <i>Universidad del Valle</i> | Colômbia | 2 |
| <i>Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble G-SCOP</i> | França | 2 |
| | Total | 34 |

Tabela 4 – Instituições com Maior Número de Publicações

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Estatística de Títulos, Resumos e Palavras-chave

Nesta seção são apresentados os resultados da análise de títulos, resumos e palavras-chave. Apresentamos na tabela 5 as 10 principais palavras utilizadas pelos autores. A palavra com maior ocorrência é *model* incidindo 70 vezes, seguida pela palavra *paper* com 46 ocorrências e *problem* ocorrendo 45 vezes.

| Palavras | Número de Ocorrências |
|----------------------------|-----------------------|
| <i>Model</i> | 70 |
| <i>Paper</i> | 46 |
| <i>Problem</i> | 45 |
| <i>Global Supply Chain</i> | 34 |
| <i>Supply Chain</i> | 33 |
| <i>Uncertainty</i> | 26 |
| <i>Production</i> | 26 |
| <i>Cost</i> | 25 |
| <i>Risk</i> | 22 |
| <i>Country</i> | 18 |

Tabela 5 – Palavras com Maior Número de Ocorrências nos Títulos, Resumos e Palavras-chave

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. ANÁLISE DE REDES

Nesta seção é realizada a análise de citações e a análise de co-citações. Da mesma forma que na seção anterior, utilizamos o software VOSviewer versão 1.6.11 para a criação das redes, pois o mesmo pode exibir um mapa de diferentes formas, enfatizando diferentes aspectos para análise (van Eck & Waltman, 2010).

5.1 Análise de Citações

A análise de citações é definida como a avaliação e interpretação das citações recebidas por artigos, cientistas, universidades e países usados como medida de influência científica e de produtividade. Desta forma, a análise de citações consiste na área da bibliometria que identifica autores, artigos e periódicos influentes num determinado tema de pesquisa (Smith, 1981).

A tabela 6 apresenta os 10 artigos mais citados na literatura de otimização no contexto de cadeias de suprimentos globais. O artigo com maior número de citações é o de Goetschalckx, Vidal, & Dogan (2002) com 332 citações. O artigo demonstra o potencial de economia gerado pela integração da cadeia de suprimento global com a determinação de localizações de produção-distribuição e preços de transferência. O segundo artigo mais citado é de Goh, Lim, & Meng (2007) com 219 citações que apresenta um modelo estocástico do problema de cadeias de suprimentos globais em múltiplos estágios. O terceiro artigo mais citado é de Vidal & Goetschalckx (2001) com 205 citações. Esse artigo apresenta um modelo de otimização de uma cadeia de suprimentos global que maximiza os lucros pós-impostos de uma empresa multinacional.

| Autor (ano) | Número de Citações |
|------------------------------------------|--------------------|
| Goetschalckx, Vidal, & Dogan (2002) | 332 |
| Goh, Lim, & Meng (2007) | 219 |
| Vidal & Goetschalckx (2001) | 205 |
| You, Wassick, & Grossmann (2009) | 150 |
| Liu & Papageorgiou (2013) | 149 |
| Xu & Nozick (2009) | 68 |
| Hasani & Khosrojerdi (2016) | 61 |
| Acar, Kadipasaoglu, & Schipperijn (2010) | 53 |
| Bing et al. (2015) | 47 |
| Sousa et al. (2011) | 46 |

Tabela 6 – 10 Artigos com Maior Número de Citações

Fonte: Elaborado pelos autores.

A figura 3 ilustra a rede de citações gerada pelo software VOSviewer. Na rede, foram incluídos 35 artigos, gerando um total de 9 *clusters* e 79 *links*. Desta forma, os *clusters* fornecem informações sobre a estrutura da rede, permitindo uma imagem detalhada ao ilustrar os *links* entre os artigos em uma mesma rede bibliométrica (Waltman, van Eck, & Noyons, 2010). O artigo de Vidal & Goetschalckx (2001) é o que apresenta a maior quantidade de *links*, totalizando 16. O segundo artigo com maior quantidade de *links* é o de Goetschalckx, Vidal, & Dogan (2002) com 14. O terceiro artigo com maior quantidade de *links* é o de Perron et al. (2010) com 10.

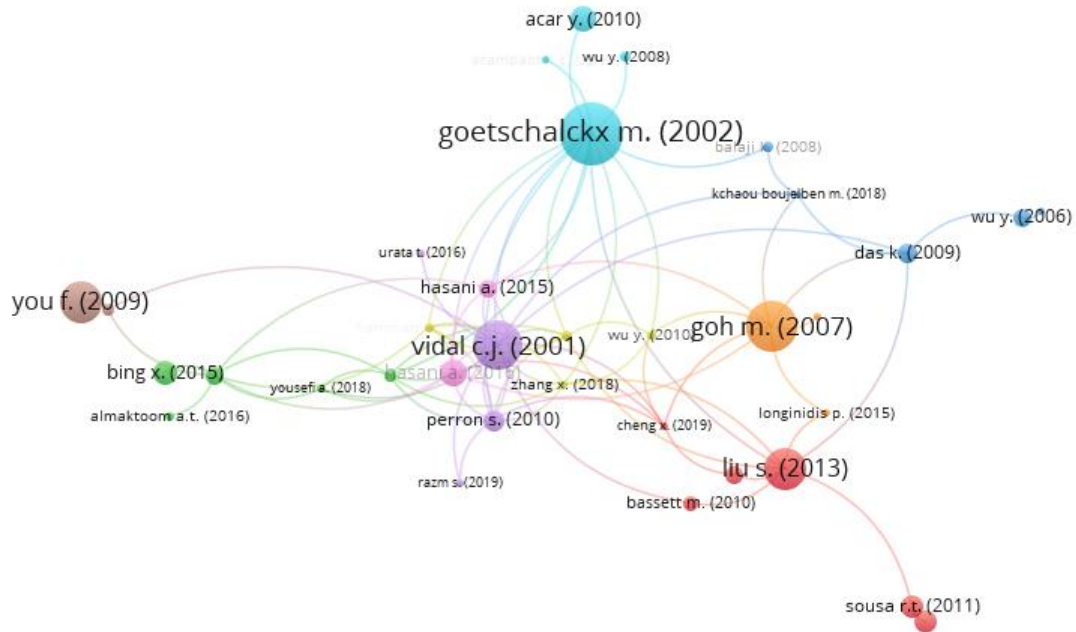


Figura 3 – Rede de Citações

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 Análise de Co-citações

A análise de co-citação consiste numa forma de medir o número de artigos que citaram qualquer par de documentos. Desta forma, a co-citação ocorre quando um pesquisador cita um trabalho de um autor, juntamente com o trabalho de outro autor em um novo artigo (Small, 1973).

A figura 4 ilustra a rede de co-citação gerada pelo software VOSviewer. Foram incluídos 78 artigos, gerando 4 *clusters* e 478 *links*. O *cluster 1* e o *cluster 2* apresentam 22 artigos cada, o *cluster 3* apresenta 21 artigos e o *cluster 4* apresenta 13 artigos.

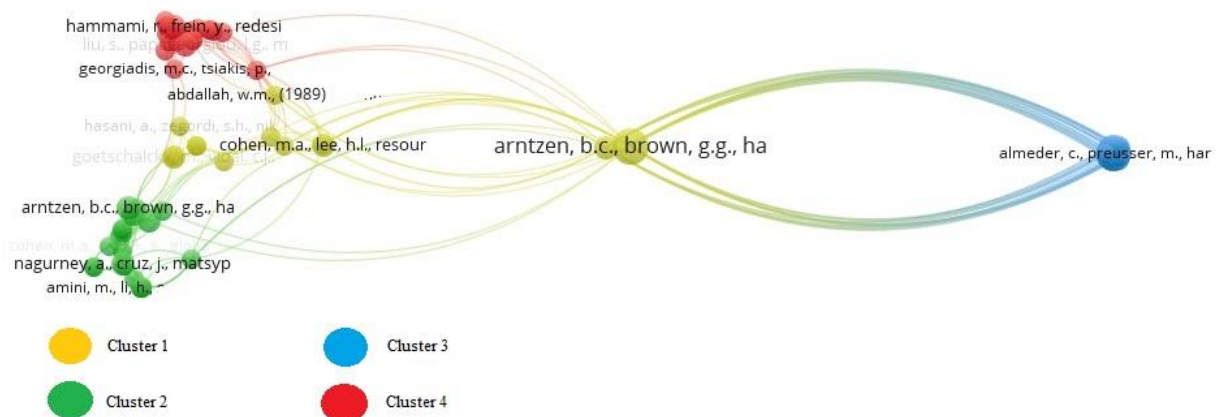


Figura 4 – Rede de Co-citações

Fonte: Elaborado pelos autores.

6. ANÁLISE DOS MODELOS

Nesta seção é apresentada uma análise dos modelos desenvolvidos pelos 10 artigos com maior número de citações. O artigo de Habib, Lee, & Memon (2016) foi utilizado como base para a análise dos modelos. Diante disso, foram avaliadas as funções objetivo dos modelos, as restrições incorporadas nos modelos, as decisões tomadas e o tipo de modelo desenvolvido pelos autores. A tabela 7 apresenta esse detalhamento. Dos artigos analisados, 5 deles possuem como função objetivo a maximização do lucro, sendo que os 3 artigos mais citados buscaram a maximização do lucro após impostos. Ademais, 4 artigos buscaram a minimização dos custos. Em relação às restrições, todos os artigos levaram em consideração a capacidade de produção das instalações. Todos artigos tiveram como decisão a localização e o fluxo da cadeia. O modelo de programação inteira mista foi o mais desenvolvido pelos autores com 5 artigos da amostra.

| Autor (ano) | Função Objetivo | Restrições | Decisões | Tipo de Modelo |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Goetschalckx, Vidal, & Dogan (2002) | Maximização do lucro após impostos | Capacidade dos fornecedores, capacidade de produção, demanda, balanço de materiais, lucro mínimo e limitante para preços de transferência | Localização, fluxo, seleção de fornecedores e preço de transferência | Programação Inteira Mista |
| Goh, Lim, & Meng (2007) | Maximização do lucro após impostos e minimização do risco | Demanda e capacidade de produção | Localização e fluxo | Programação Estocástica Multi-estágio |
| Vidal & Goetschalckx (2001) | Maximização do lucro após impostos | Transporte, capacidade de produção e limitante para preços | Localização, fluxo e preço de transferência | Programação Linear |
| You, Wassick, & Grossmann (2009) | Minimização de custos | Balanço de massa para plantas de produção, balanço de massa para centros de distribuição, balanço de massa para consumidores, capacidade de produção e níveis de estoque. | Localização, fluxo, seleção de centros de distribuição e estoque | Programação Estocástica de Dois Estágios |
| Liu & Papageorgiou (2013) | <i>Minimax</i> | Capacidade de produção, níveis de estoque, vendas, capacidade de expansão e capacidade de utilização | Localização, fluxo e estoque | Programação Inteira Mista |
| Xu & Nozick (2009) | Minimização de custos | Capacidade dos fornecedores, demanda e capacidade de produção | Localização, fluxo e seleção de fornecedores | Programação Estocástica de Dois Estágios |
| Hasani & Khosrojerdi (2016) | Maximização do lucro após impostos | Orçamento, capacidade dos fornecedores, limite dos fornecedores, balanço de material e capacidade de estoque | Localização, fluxo, seleção de fornecedores, preço de transferência e estoque | Programação Não Linear Inteira Mista |
| Acar, Kadipasaoglu, & Schipperijn (2010) | Minimização de custos | Demanda, capacidade de produção, níveis de estoque e estoque de segurança | Localização, fluxo e estoque | Programação Inteira Mista |
| Bing et al. (2015) | Minimização de custos e minimização | Transporte, quantidade de resíduos plásticos, capacidade de produção, quantidade de | Localização e fluxo | Programação Inteira Mista |

| | | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|---|---------------------------|
| | | do impacto ambiental | emissão de poluentes e demanda | | | |
| Sousa et al. (2011) | Maximização do valor presente líquido | Capacidade de produção, níveis de estoque e balanço de massa | Localização, estoque | fluxo | e | Programação Inteira Mista |

Tabela 7 – Detalhamento dos modelos dos 10 artigos mais citados

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÃO

Esse artigo apresenta uma revisão sistemática de artigos que propõem modelos de otimização para o planejamento de cadeias de suprimentos globais. Além disso, é feita uma análise bibliométrica dos artigos selecionados nas bases. A literatura sobre este tema é relativamente recente. Observa-se ainda que o interesse acadêmico nesse tema é crescente, principalmente em razão da internacionalização das operações das empresas.

Foram identificados os trabalhos com maior número de citações e analisadas as principais características dos modelos propostos nestes trabalhos. Nota-se que a maior parte dos modelos considera decisões de localização com restrições de capacidade. Os artigos mais citados buscaram maximizar o lucro após os impostos.

Este artigo apresenta algumas limitações relacionadas ao número de bases de dados e detalha apenas os artigos mais citados. Incorporar novas bases na análise e analisar uma maior quantidade de modelos propostos nos artigos pode ampliar e aprofundar a discussão do tema.

A principal contribuição deste estudo é a identificação de oportunidades de pesquisa sobre modelos de planejamento de cadeias de suprimentos globais, com a indicação de trabalhos que são referência para a compreensão do estado-da-arte neste tema. O estudo indica ainda oportunidades para o desenvolvimento de novas pesquisas sistemáticas e/ou bibliométricas sobre cadeias de suprimentos globais.

REFERÊNCIAS

- Acar, Y., Kadipasaoglu, S., & Schipperijn, P. (2010). A decision support framework for global supply chain modelling: an assessment of the impact of demand, supply and lead-time uncertainties on performance. *International Journal of Production Research*, 48(11), 3245–3268. <https://doi.org/10.1080/00207540902791769>
- Almaktoom, A. T., Krishnan, K. K., Wang, P., & Alsobhi, S. (2016). Cost efficient robust global supply chain system design under uncertainty. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 85, 853–868. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7965-6>
- Aydin, G., Cattani, K., & Druehl, C. (2014). Global supply chain management. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.04.001>
- Bassett, M. (2018). Optimizing the Design of New and Existing Supply Chains at Dow AgroSciences. *Computers and Chemical Engineering*, 114, 191–200. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.03.012>
- Bassett, M., & Gardner, L. (2010). Optimizing the design of global supply chains at Dow AgroSciences. *Computers and Chemical Engineering*, 34, 254–265. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2009.08.002>
- Bassett, M., & Gardner, L. (2013). Designing optimal global supply chains at Dow AgroSciences. *Annals of Operations Research*, 203, 187–216. <https://doi.org/10.1007/s10479-010-0802-2>

- Bing, X., Bloemhof-ruwaard, J., Chaabane, A., & Vorst, J. Van Der. (2015). Global reverse supply chain redesign for household plastic waste under the emission trading scheme. *Journal of Cleaner Production*, *103*, 28–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.019>
- Caniato, F., Golini, R., & Kalchschmidt, M. (2013). The effect of global supply chain configuration on the relationship between supply chain improvement programs and performance. *International Journal of Production Economics*, *143*(2), 285–293. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.019>
- Choi, T. Y., & Hong, Y. (2002). Unveiling the structure of supply networks: Case studies in Honda, Acura, and DaimlerChrysler. *Journal of Operations Management*, *20*(5), 469–493. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00025-6](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00025-6)
- Daehy, Y. H., Krishnan, K. K., Alsaadi, A. K., & Alghamdi, S. Y. (2019). Effective cost minimization strategy and an optimization model of a reliable global supply chain system. *Uncertain Supply Chain Management*, *7*, 381–398. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2018.12.007>
- Goetschalckx, M., Vidal, C. J., & Dogan, K. (2002). Modeling and design of global logistics systems : A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. *European Journal of Operational Research*, *143*, 1–18.
- Goh, M., Lim, J. Y. S., & Meng, F. (2007). A stochastic model for risk management in global supply chain networks. *European Journal of Operational Research*, *182*(1), 164–173. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.08.028>
- Habib, M. S., Lee, Y. H., & Memon, M. S. (2016). Mathematical Models in Humanitarian Supply Chain Management: A Systematic Literature Review. *Mathematical Problems in Engineering*, *2016*, 1–20. <https://doi.org/10.1155/2016/3212095>
- Hammami, R., & Frein, Y. (2014a). Integration of the profit-split transfer pricing method in the design of global supply chains with a focus on offshoring context. *Computers & Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2014.07.021>
- Hammami, R., & Frein, Y. (2014b). Redesign of global supply chains with integration of transfer pricing: Mathematical modeling and managerial insights. *Intern. Journal of Production Economics*, *158*, 267–277. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.08.005>
- Hasani, A., & Khosrojerdi, A. (2016). Robust global supply chain network design under disruption and uncertainty considering resilience strategies: A parallel memetic algorithm for a real-life case study. *Transportation Research Part E*, *87*, 20–52. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2015.12.009>
- Hasani, A., Zegordi, S. H., & Nikbakhsh, E. (2015). Robust closed-loop global supply chain network design under uncertainty: The case of the medical device industry. *International Journal of Production Research*, *53*(5), 1596–1624. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.965349>
- Koberg, E., & Longoni, A. (2019). A systematic review of sustainable supply chain management in global supply chains. *Journal of Cleaner Production*, *207*, 1084–1098. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.033>
- Liu, S., & Papageorgiou, L. G. (2013). Multiobjective optimisation of production , distribution and capacity planning of global supply chains in the process industry. *Omega*, *41*, 369–382. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.03.007>
- Meixell, M. J., & Gargeya, V. B. (2005). Global supply chain design : A literature review and critique. *Transportation Research Part E*, *41*, 531–550. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2005.06.003>
- Narasimhan, R., & Mahapatra, S. (2004). Decision models in global supply chain management. *Industrial Marketing Management*, *33*, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2003.08.006>
- Park, Y.-B., Yoon, S.-J., & Yoo, J.-S. (2018). Development of a knowledge-based intelligent decision support system for operational risk management of global supply chains. *European Journal of Industrial Engineering*, *12*(1), 93–115.

- Park, Y., & Kim, H. (2016). Simulation-based evolutionary algorithm approach for deriving the operational planning of global supply chains from the systematic risk management. *Computers in Industry*, *83*, 68–77. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.003>
- Perron, S., Hansen, P., Le Digabel, S., & Mladenovic, N. (2010). Exact and heuristic solutions of the global supply chain problem with transfer pricing. *European Journal of Operational Research*, *202*, 864–879. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2009.06.018>
- Small, H. (1973). Co-citation in the Scientific Literature : A New Measure of the Relationship Between Two Documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 265–269. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.4630240406/abstract%5CnD:%5CZotero_Data%5CZotero%5CProfiles%5C1sqw9v0j.default%5Czotero%5Cstorage%5CGCR7NPQA%5Cabstract.html
- Smith, L. C. (1981). Citation Analysis. *Library Trends*, *30*, 83–106. <https://doi.org/10.1038/375624c0>
- Soni, G., & Kodali, R. (2013). A decision framework for assessment of risk associated with global supply chain. *Journal of Modelling in Management*, *8*(1), 25–53. <https://doi.org/10.1108/17465661311311969>
- Sousa, R. T., Shah, N., & Papageorgiou, L. G. (2008). Supply chain design and multilevel planning — An industrial case. *Computers & Chemical Engineering*, *32*, 2643–2663. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2007.09.005>
- Sousa, R. T., Liu, S., Papageorgiou, L. G., & Shah, N. (2011). Global supply chain planning for pharmaceuticals. *Chemical Engineering Research and Design*, *89*, 2396–2409. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2011.04.005>
- Sousa, R. T., Shah, N., & Papageorgiou, L. G. (2005). Global supply chain network optimisation for pharmaceuticals. *Computer Aided Chemical Engineering*, *20*(C), 1189–1194. [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(05\)80040-9](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(05)80040-9)
- Tabrizi, B. H., & Razmi, J. (2013). A robust optimisation model for global distribution networks design. *Int. J. Logistics Systems and Management*, *16*(1), 85–97.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, *14*, 207–222.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, *84*, 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vidal, C. J., & Goetschalckx, M. (2001). A global supply chain model with transfer pricing and transportation cost allocation. *European Journal of Operational Research*, *129*, 134–158.
- Waltman, L., van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, *4*(4), 629–635. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Wu, Y. (2006). Robust optimization applied to uncertain production loading problems with import quota limits under the global supply chain management environment. *International Journal of Production Research*, *44*(5), 849–882. <https://doi.org/10.1080/00207540500285040>
- Wu, Y. (2010). A time staged linear programming model for production loading problems with import quota limit in a global supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, *59*, 520–529. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2010.06.007>
- Wu, Y. (2011a). A stochastic model for production loading in a global apparel manufacturing company under uncertainty. *Production Planning and Control*, *22*(3), 269–281. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498603>
- Wu, Y. (2011b). Linear robust models for international logistics and inventory problems under uncertainty. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *24*(4), 352–364. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2011.554875>
- Xu, N., & Nozick, L. (2009). Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain

- design. *Computers & Operations Research*, 36, 2786–2800. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2008.12.013>
- You, F., Wassick, J. M., & Grossmann, I. E. (2009). Risk Management for a Global Supply Chain Planning Under Uncertainty: Models and Algorithms. *AIChE Journal*, 55(4), 931–946. <https://doi.org/10.1002/aic>
- Zhang, X., Huang, S., & Wan, Z. (2016). Optimal pricing and ordering in global supply chain management with constraints under random demand. *Applied Mathematical Modelling*. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2016.06.054>
- Zhang, X., Huang, S., & Wan, Z. (2018). Stochastic programming approach to global supply chain management under random additive demand. *Operational Research Int. J.*, 18, 389–420. <https://doi.org/10.1007/s12351-016-0269-2>