

APLICAÇÃO DE REDES NEURAIS EM REDES DE SUPRIMENTO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tiago Kazunori Nagy

tiago.knagy@gmail.com

Gabriel Pacianotto

gabriel.pacianotto@gmail.com

Saint Clair Barbosa Bernardes

saint_b_b@hotmail.com

Felipe Rozanelli Cabral

felipe.cabral@usp.br

Clovis Armando Alvarenga Netto

clovisnt@usp.br



O presente artigo investiga a produção científica realizada nos últimos anos sobre a utilização de redes neurais aplicadas na gestão de redes de suprimentos (supply chain). Uma revisão bibliográfica foi executada utilizando o método sistemático conhecido por bibliometria, através da base de dados de publicações científicas do Scopus. Para a extração dos dados, foi efetuada uma pesquisa pelas palavras chave “Neural Networks AND Supply Chain”, estando estas restritas somente aos resumos (Abstract) das publicações. Gráficos foram levantados com o intuito de analisar a evolução anual da produção bibliográfica, assim como ordenar os países, autores, afiliações e fontes (revistas, jornais, livros) com as maiores quantidades de publicações na área. Uma análise de citações foi em seguida

elaborada através da ordenação com base no Cálculo do Índice Corrigido (ICc). Conclui-se que há uma tendência de crescimento da produção bibliográfica na área de redes neurais aplicadas à gestão de redes de suprimento. Infere-se através da análise de citações uma evolução da relevância do assunto, além de uma tendência de diversificação de aplicações, como por exemplo em discussões atuais de sustentabilidade. Além disso, a revisão bibliográfica contribui para a continuação do desenvolvimento de pesquisas no tema.

Palavras-chave: Redes Neurais, Redes de Suprimento, Bibliometria, Revisão bibliográfica

1. Introdução

Ao longo do século XX as empresas alteraram a forma como buscavam melhorar o desempenho de seus processos com base nos avanços na área de gestão de produção e operações. Após amplo esforço em busca da redução de custos em processos internos, as empresas passam a observar e se concentrar nas suas relações com seus fornecedores e seus clientes e na forma como os processos estão interligados, levando também em conta fatores externos como políticas públicas, impacto ambiental e influência da opinião pública sobre suas ações.

O aumento da complexidade do cenário produtivo como um todo implica na busca por novas formas de enxergar e gerenciar esses sistemas de maneira a se obter desempenho cada vez mais competitivo. Para tanto as empresas encontram uma nova ferramenta no século XXI contida no âmbito da inteligência artificial, as chamadas redes neurais artificiais. Inicialmente definido ainda na década de 1940, apenas sessenta anos depois o conceito passa do meio acadêmico à indústria. Sua utilização em resolução de tarefas práticas e alimentadas por ampla quantidade de dados passa a ser amplamente estudada.

Diversas pesquisas surgem a partir da década de 1990 relacionando as redes neurais artificiais e o aprendizado de máquina à gestão das redes de suprimentos. O presente trabalho tem como enfoque retratar tal cenário de produção científica a partir de revisão bibliográfica sistêmica, identificando as principais produções acadêmicas e potencialmente auxiliando novos pesquisadores no desenvolvimento dessa área de estudo.

2. Referencial teórico

2.1 *Supply chain*

As redes de operações, também chamadas de cadeias de suprimentos ou *supply chain*, são um tema estudado no contexto da gestão de produção e operações.

Embora haja registros na literatura acerca da gestão de produção datadas do século XVII como em Defoe (1697), as cadeias de suprimentos em si passaram a ser definidas e estudadas apenas a partir da década de 1980 (CORRÊA; CORRÊA, 2004). Elas se baseiam na concepção de que as operações em um processo produtivo não ocorrem de maneira isolada, possuindo “operações-clientes” e “operações-fornecedoras” inter-relacionadas, estando as empresas inseridas em um contexto amplo no qual dependem de tarefas associadas a seus fornecedores e clientes para operar de maneira adequada.

2.1.1 Definição

Uma cadeia de suprimentos é um sistema composto pelo encadeamento das relações entre os diversos fornecedores e clientes de uma empresa. Essa rede é composta pelos chamados nós (as operações), e devem ser gerenciadas de maneira sistêmica e coordenada a fim de se obter otimização do processo como um todo, evitando-se subotimizações locais.

2.1.2 Histórico

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), credita-se a Frederick Taylor a primeira abordagem sistemática referente à gestão produtiva, nas primeiras décadas do século XX. Os estudos que se seguiram foram fortemente influenciados pela sua visão, concentrada no esforço e no tempo gastos na execução de uma tarefa que agregasse valor ao produto.

Por volta das décadas de 1940 e 1950, surge maior flexibilização nas linhas de produção em função do aumento da variedade de produtos. O maior número de possibilidades de processos que um determinado produto poderia seguir dentro da linha de produção fez com que os custos referentes aos intervalos entre processos ganhassem relevância, fazendo com que o aumento de eficiência no processo produtivo passasse a ter maior relação com o encadeamento das tarefas e menor relação com o desempenho de cada tarefa isoladamente.

Essa mudança de paradigma foi sustentada pelo surgimento do modelo de gestão *Just in Time* (JIT), que focava em atividades que não necessariamente agregavam valor ao produto, mas que, caso otimizadas, possibilitariam redução de custos no processo produtivo. Sob esse

aspecto, o JIT apresentava uma abordagem referente ao encadeamento de processos internos à empresa, algo que Corrêa e Corrêa (2004) aponta como “redes de atividades internas à empresa”.

Nas décadas de 1970 e 1980 as técnicas e abordagens associadas ao JIT se disseminam e possibilitam ganhos de eficiência a partir de redução de desperdícios. Uma vez otimizados os recursos e processos internos à produção, para se obter melhorias incrementais as empresas precisariam despender esforços cada vez maiores. Por outro lado, surge a concepção de que cada operação possui “operações-fornecedoras” e “operações-clientes”, que as precedem ou sucedem, independentemente de serem internas ou externas à empresa. Tendo em vista que as abordagens de gestão ao longo do século XX não haviam focado nos processos externos à empresa, as organizações enfrentariam baixo custo para obter melhorias incrementais. Há, portanto, um novo enfoque por parte da gestão de produção e operações, agora concentrando-se no relacionamento entre as empresas e no desempenho das redes como um todo.

Com a intensificação da produção tecnológica desenvolvida nas últimas três décadas, as empresas enfrentam maiores custos para manterem seus processos tecnologicamente atualizados e os mercados apresentam, de maneira geral, uma tendência à terceirização de parcelas crescentes de seus processos produtivos e serviços. Como consequência, aumenta-se os nós das redes de suprimentos e eleva-se a complexidade das mesmas, tornando necessário o uso de novas técnicas e tecnologias para uma eficiente gestão desses sistemas.

2.2 Redes Neurais

2.1.1 Definição

As redes neurais artificiais (RNAs) baseiam-se no comportamento dos neurônios orgânicos presentes nos seres vivos (SANTIAGO 2004). Os neurônios são estruturas complexas que se comunicam da seguinte maneira: os terminais axônicos de um neurônio transmitem o impulso elétrico para outro através de um espaço entre ambos; este então captura esse impulso através de receptores. (WILMORE; COSTILL,2010)

De maneira similar, as redes neurais são compostas por estruturas de processamento baseadas no modelo de neurônio de McCulloch (MCCULLOCH;PITTS, 1943).

De acordo com Bueno (2006), este modelo é composto por três principais componentes:

- Um conjunto de conexões (sinapses), que possuem, cada uma, um peso. O sinal de entrada dessa sinapse é multiplicado pelo peso correspondente para ponderação no modelo;
- Uma função somadora responsável por combinar todas as sinapses;
- A chamada função de ativação, usada para normalizar a saída de um neurônio. Esta função busca restringir os valores de saída do neurônio entre um intervalo.

A fim de se realizar a comunicação entre esses neurônios, estes são interligados em estruturas denominadas camadas. Essas conexões podem encontrar-se na entrada dos dados, na parte intermediária ou na seção final.

As redes neurais são usadas principalmente para solucionar problemas de previsão e de classificação, e sua característica mais poderosa é a capacidade de aprendizado. Para tal, a estrutura é treinada com um conjunto de dados de entrada e os pesos das sinapses são ajustados a fim de obter-se uma saída calculada mais próxima da real possível (LOESCH;SARI, 1996).

2.1.2 Histórico

McCulloch e Pitts (1943) desenvolveram um algoritmo que buscava replicar os princípios usados nos nossos neurônios com circuitos elétricos, usando o conceito da lógica de limiar.

No entanto, a primeira rede neural mais primitiva surgiu em 1957, com Frank Rosenblatt, que inventou o *Perceptron*. Este é um modelo rudimentar usado para reconhecimento de padrões através de operações de adição e subtração, que foi muito utilizado até 1969.

A publicação em 1969 do livro *Perceptrons*, que reforça as limitações desse algoritmo, combinada com a estagnação de descobertas do campo durante a década de 70, fez com que as pesquisas na área diminuíssem consideravelmente. Já nos anos 80, pesquisas reacendem o interesse dos cientistas sobre o tema, devido aos avanços de processamento e capacidade dos computadores.

Em 1986 é publicada uma pesquisa que explica o conceito de *backpropagation*, que ainda é utilizado nas redes neurais (RUMELHART;HINTON;WILLIAMS 1986). Foi nos anos 2000, no entanto, que a área recebeu muita força com o surgimento do conceito de *deep learning*. Geoffrey Hinton e Ruslan Salakhutdinov mostraram redes neurais multicamadas que eram treinadas uma de cada vez, introduzindo esse novo conceito que impulsionou o tema nos anos seguintes.

A partir de todas essas melhoras, as redes neurais passaram a ser usadas por empresas tecnológicas para soluções de problemas práticos, e o termo passou a se popularizar fora do mundo acadêmico.

3. Metodologia

A bibliometria é uma área de estudo que busca extrair métricas estatísticas para o possível estudo da evolução do conhecimento compartilhado de uma determinada área ou tecnologia (BUFREM;PRATES, 2006). Neste estudo, o processo bibliométrico foi baseado naquele descrito por Iritani et al. (2015). Três etapas são previstas: a revisão bibliométrica sistemática, a análise de publicações, e a análise de citações.

3.1 Revisão bibliográfica sistemática

A revisão bibliográfica foi realizada usando o sistema *Scopus*, por permitir ampla pesquisa de publicações, além da exportação dos dados a serem utilizados na revisão bibliométrica. Além

disso, *Scopus* é a maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares (ELSEVIER, 2018).

Os termos pesquisados foram “*Neural Network*” AND “*Supply Chain*”. Em um primeiro momento, os termos foram pesquisados nos títulos, resumos, e palavras-chave, resultando em 673 documentos. Entretanto, notou-se que a publicação mais citada neste caso não tratava em momento algum de redes neurais, mesmo havendo “*Artificial Neural Networks*” entre as palavras-chaves (TSIAKIS et al., 2001). Para corrigir esse problema, decidiu-se restringir a busca somente ao resumo das publicações, já que uma publicação que fale sobre a implementação de técnicas de redes neurais em *supply chain*, deve, necessariamente, apresentar tais termos em seu resumo. Ao final, o número de publicações foi reduzido para 521.

3.2 Análise de publicações

A fim de se analisar todas essas publicações, foram feitos cinco agrupamentos: por ano, por autor, por afiliação, por país e por fonte.

Com a análise anual, é possível investigar a evolução e os momentos de crescimento e de queda de ambos os temas dentro da comunidade acadêmica ao longo do tempo. Já com a divisão autoral, consegue-se ver os principais produtores de conteúdo dentro dessas áreas e os impactos de suas publicações nesse meio.

No agrupamento por afiliação, tem-se indicadores que revelam quais universidades mais estimulam e têm foco em redes neurais e *supply chain*, produzindo mais estudos relacionados aos temas. Relação similar pode ser feita na divisão por país, mostrando os países com maior produção acadêmica desses tópicos.

Finalmente, foram analisadas as fontes das publicações que aparecem nas pesquisas, a fim de se concluir quais delas são mais relevantes e mais presentes nas pesquisas sobre redes neurais e *supply chain*.

3.3 Análise de citações

A análise de citações consiste de três etapas: Cálculo do Índice Corrigido (ICc), ordenação dos artigos com maior índice, e análise destes artigos. Para o cálculo do índice de citações, precisa-se calcular o Fator de Impacto (FI) de cada periódico.

O FI é usado para que se possa comparar adequadamente publicações de diferentes áreas. A equação de cálculo do FI para um periódico no ano n se encontra na equação (1):

$$FI(n) = \frac{\text{Citações no ano } n \text{ para publicações de } (n-1) \text{ e } (n-2)}{\text{Número de publicações de } (n-1) \text{ e } (n-2)} \quad (1)$$

Fonte: Moed e van Leeuwen (1995)

O número de citações (IC) de cada publicação é então corrigido pelo FI para se obter o ICc. Essa correção pode ser feita através da equação (2).

$$ICc = IC \times (FI + 1) \quad (2)$$

Fonte: Lopes e Carvalho (2012)

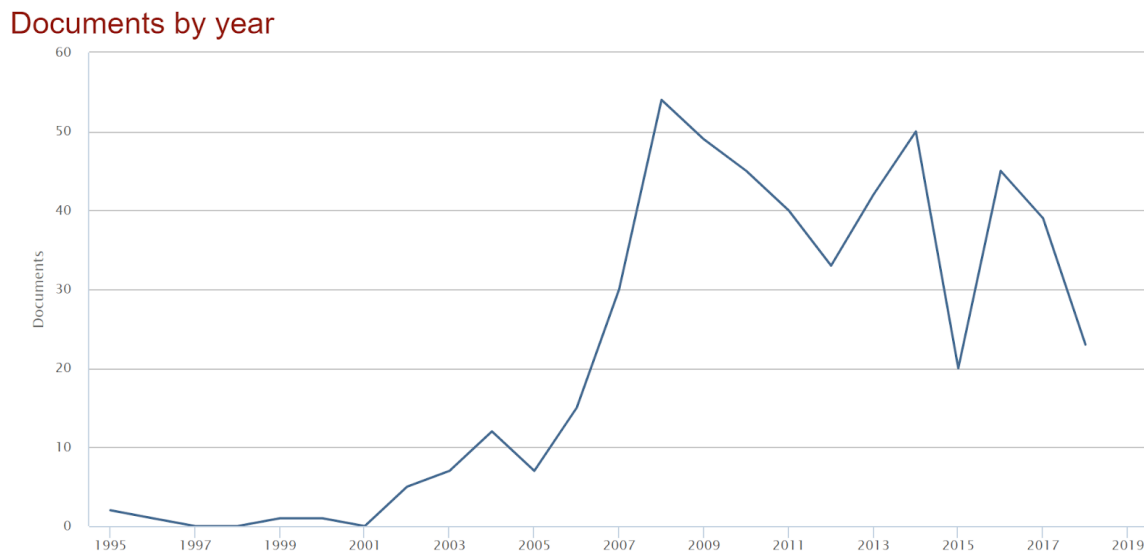
Após o cálculo do ICc, as publicações foram ordenadas de com ICc decrescente e uma análise dos mais importantes foi realizada. Tal análise foi efetuada selecionando as publicações de maior índice, observando suas citações por ano, e analisando alguns dos mais pertinentes.

4. Resultados

4.1 Análise de publicações

A Figura 1 apresenta o resultado das pesquisas quanto à quantidade de publicações produzidas por ano no assunto em questão. Pode-se notar que houve um aumento significativo nos trabalhos a partir de 2000.

Figura 1: Gráfico de publicações sobre o tema por ano



Fonte: *Scopus* (2018)

Este fato pode ser explicado pela convergência de fatores ligados tanto à evolução do conceito de *supply chain*, quanto à evolução das pesquisas ligadas às aplicações de *machine learning*. A partir dos anos 90, tem início a fase da chamada integração estratégica, na qual visa-se à integração entre os elos da rede de suprimentos. O fluxo de informações passa a ser melhor gerido através da integração de sistemas e bancos de dados de diversas empresas da rede (SANTOS, 2008). O desenvolvimento de meios mais eficientes de comunicação como a Internet propiciou a globalização, contribuindo para a melhor interação entre empresas de diferentes localizações geográficas. Para efeito ilustrativo, foi realizada uma rápida pesquisa na base de dados do *Scopus* com palavra chave *supply chain*, cujo resultado pode ser observado na Figura 2, corroborando com a discussão levantada neste parágrafo.

Figura 2: Relação de publicações sobre *supply chain* por ano

Documents by year



Fonte: *Scopus* (2018)

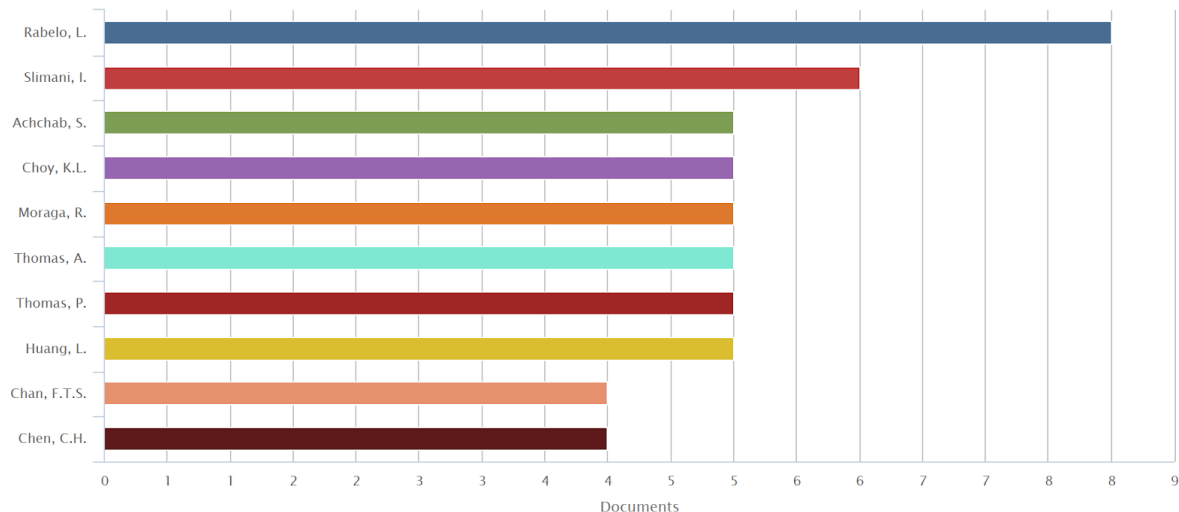
Somado a isso, as pesquisas ligadas a rede neurais tiveram amplo crescimento nos anos 2000, após uma pequena queda de produção na virada do século devido à ascensão de técnicas como a Máquina de Vetores de Suporte e a falhas encontradas no método neural do *backpropagation* (KURENKOV, 2015). O impulso para a retomada do forte ritmo das pesquisas em Redes Neurais deu-se com a aparição de conceitos de *deep learning* (aprendizagem profunda), assim como publicações envolvendo novos métodos de inicialização dos pesos dos neurônios artificiais.

Continuando a análise dos resultados obtidos com a plataforma *Scopus*, a Figura 3 relaciona a quantidade de pesquisas publicadas por autor. O autor Luís Carlos Rabelo, da Universidade da Flórida Central, lidera a classificação totalizando 8 documentos escritos nessa linha de pesquisa.

Figura 3: Relação de publicações sobre o tema separado por autor

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors



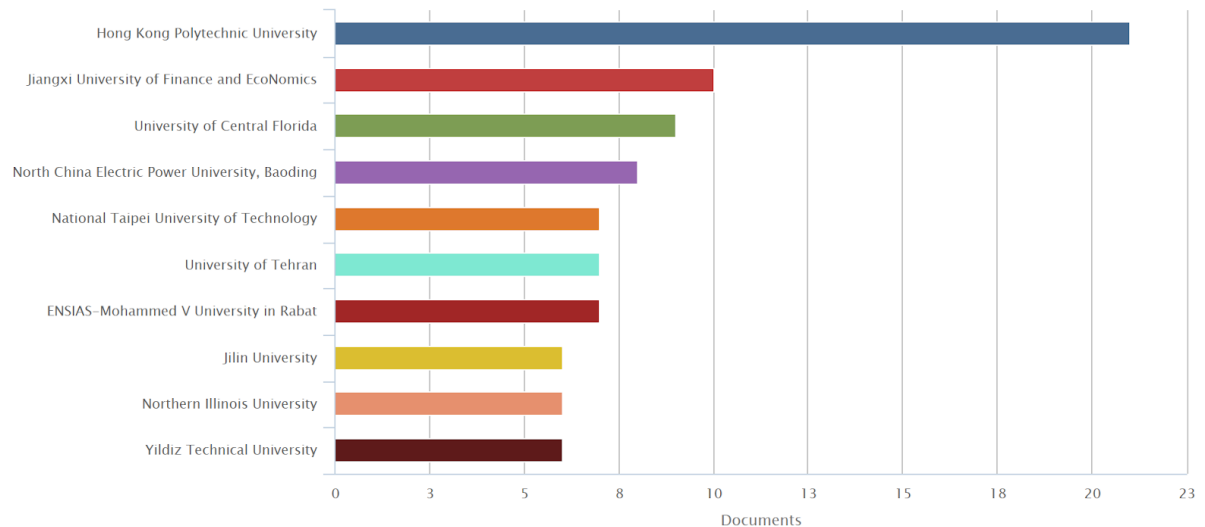
Fonte: *Scopus* (2018)

Na Figura 4, observa-se que a Universidade Politécnica de Hong Kong produziu a maior quantidade de publicações, totalizando 21 trabalhos, mais que o dobro do segundo colocado, com 10. Inspecionando essas publicações verifica-se a predominância de pesquisas na área de indústria de roupas e de previsão de oferta e demanda. Uma possível justificativa para as pesquisas na indústria de roupas relaciona-se aos problemas logísticos das indústrias têxteis da região, como a distância dos mercados americanos e europeus. Já a previsão de oferta e demanda é relevante no país devido à crescente necessidade de integração da demanda do consumidor com a capacidade de oferta.

Figura 4: Relação de publicações sobre o tema separado por instituição

Documents by affiliation

Compare the document counts for up to 15 affiliations



Fonte: *Scopus* (2018)

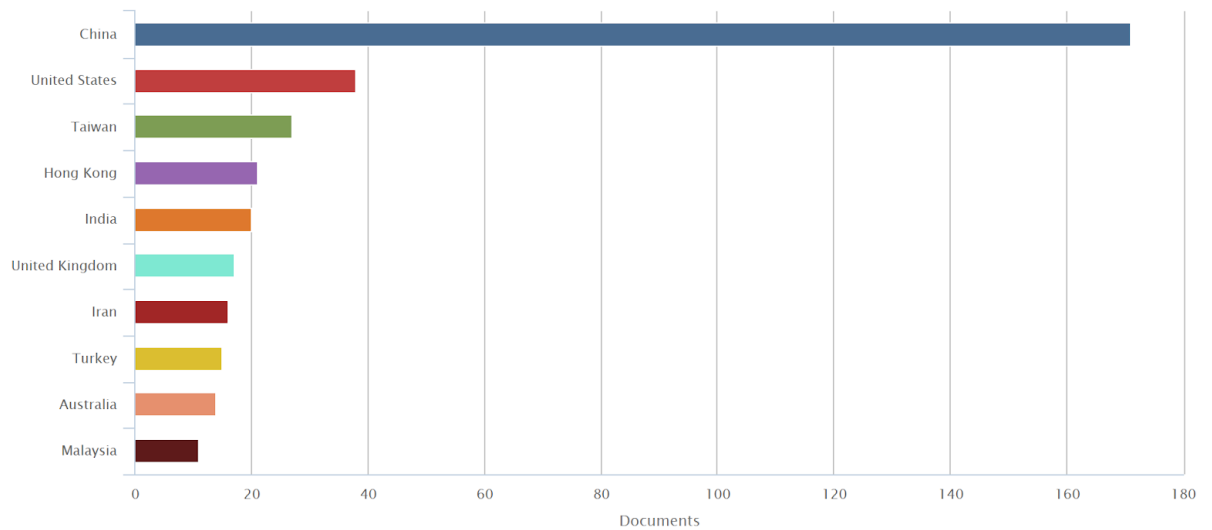
Analisando as publicações por país, observa-se que os resultados mostrados na Figura 5 corroboram com aqueles obtidos na Figura 4, uma vez que a China aparece em primeiro lugar, muito à frente do segundo lugar Estados Unidos. Esse fato decorre do intenso investimento em trabalhos de pesquisa tecnológica nesse país nos últimos anos. Observe a Figura 6, que apresenta os resultados de duas pesquisas na base de dados do *Scopus*. Em 6.a, note que ao utilizar a expressão chave “*Neural Networks*”, a China aparece em primeiro lugar

com o maior volume de publicações. Por outro lado, ao utilizar a expressão “*Supply Chain*” em 6.b, a China cai para o segundo lugar, logo atrás dos EUA.

Figura 5: Relação de publicações sobre o tema dividida por país de origem

Documents by country/territory

Compare the document counts for up to 15 countries/territories

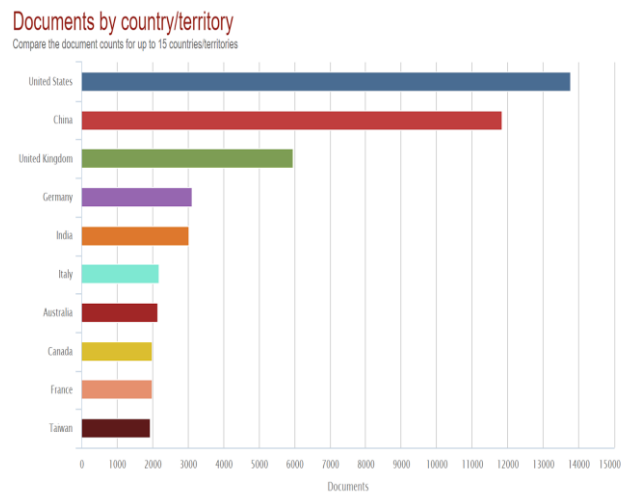
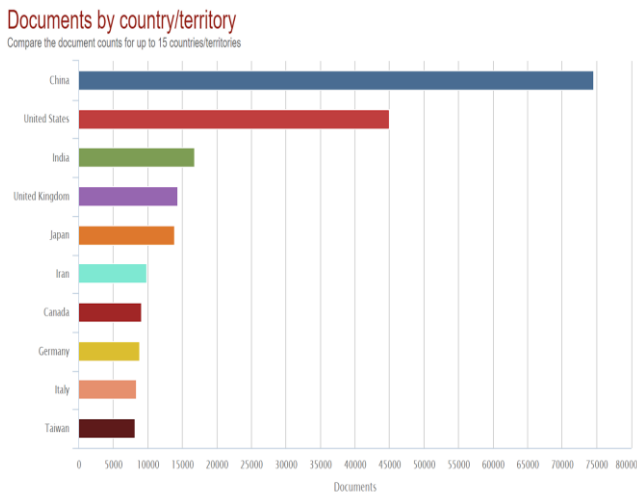


Fonte: Scopus (2018)

Figura 6: Relação de publicações dividida por país de origem para diferentes expressões de busca

a) *Neural Networks*

b) *Supply Chain*

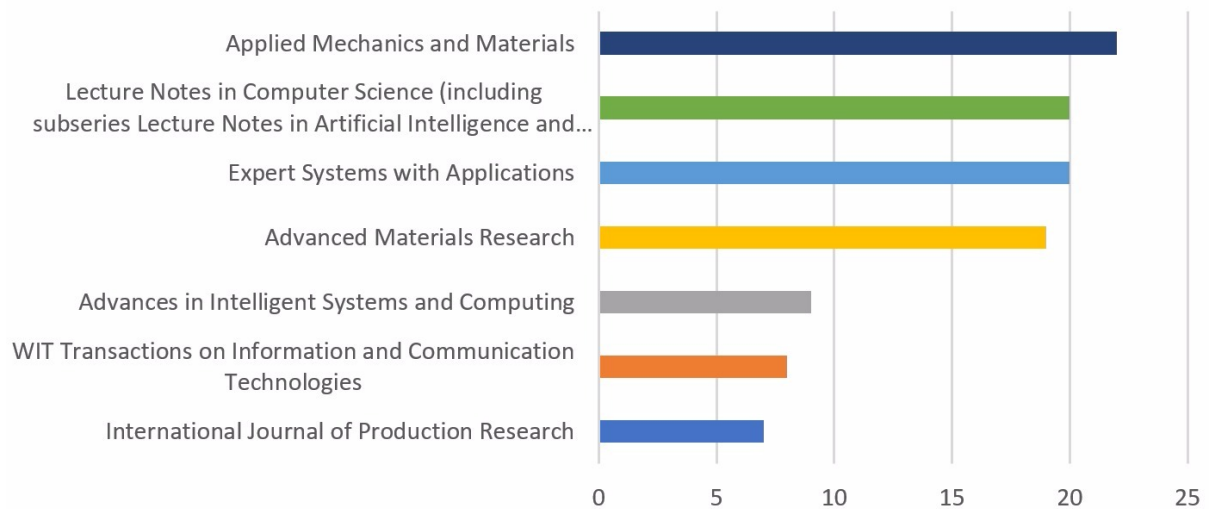


Fonte: *Scopus* (2018)

Por fim, a figura 7 apresenta o gráfico relacionando as fontes das publicações que mais aparecem nas pesquisas. Elas provêm de documentos dos seguintes tipos: *paper* de conferência, artigo, *review* de conferência, capítulo de livro, revisão bibliográfica, e livro. Dentre as fontes com maior quantidade de publicações no assunto, aparece em primeiro lugar o *Applied Mechanics and Materials*, jornal que publica pesquisas submetidas as revisões por pares, especializada em anais de conferências, *workshops* e simpósios, com interesse especial em assuntos ligados a sistemas mecânicos, engenharia de materiais, tecnologias para manufatura e processo, sistemas de automação e controle industrial, mecatrônica, engenharia de computação e robótica (SCIENTIFIC.NET, 2018).

Figura 7: Relação de publicações dividida por periódico de origem

Documents by Source



4.2 Análise de citações

O procedimento descrito no item 3.3 foi aplicado na base de dados de publicações e permitiu a criação da Tabela 1, que apresenta os dez artigos com maior ICc. O valor do FI para os periódicos presentes foi extraído da base de dados *SJR (Scimago Journal and Country Rank)*. Na base de dados de publicações com 3012 citações, 1149 (38.1%) pertencem às dez publicações com maior ICc.

Tabela 1: Artigos ordenados em ordem decrescente de ICc

Colocação	Autores	Periódico	IC	FI	ICc
1	Kuo, Wang, Tien (2010)	Journal of Cleaner Production	221	1.65	585.65
2	Mazhar, Kara, Kaebnick (2007)	Journal of Operations Management	100	4.599	559.9
3	Carbonneau, Laframboise, Vahidov (2008)	European Journal of Operational Research	110	2.505	385.55
4	Efendigil, Önüt, Kongar (2008)	Computers and Industrial Engineering	130	1.542	330.46
5	Aburto, Weber (2007)	Applied Soft Computing Journal	124	1.308	286.192
6	Luo, Wu, Rosenberg, Barnes (2009)	Journal of Purchasing and Supply Management	95	1.925	277.875
7	Choy, Lee, Lo (2002)	Expert Systems with Applications	113	1.433	274.929
8	Choy, Lee, Lo (2003)	Expert Systems with Applications	100	1.433	243.3
9	Efendigil, Önüt, Kahraman (2009)	Expert Systems with Applications	83	1.433	201.939
10	Thomassey (2010)	International Journal of Production Economics	60	2.216	192.96

Analisando essas dez publicações com maior ICc, percebe-se que grande parte trata diretamente da implementação de técnicas de redes neurais para a solução de problemas comumente ligados a *supply chain*, como previsão de demanda e escolha de fornecedor.

Dentre eles, a nona publicação se destaca por não apenas usar redes neurais, mas comparar os resultados obtidos entre o uso dessa técnica e o uso de modelos neuro-nebulosos, que são

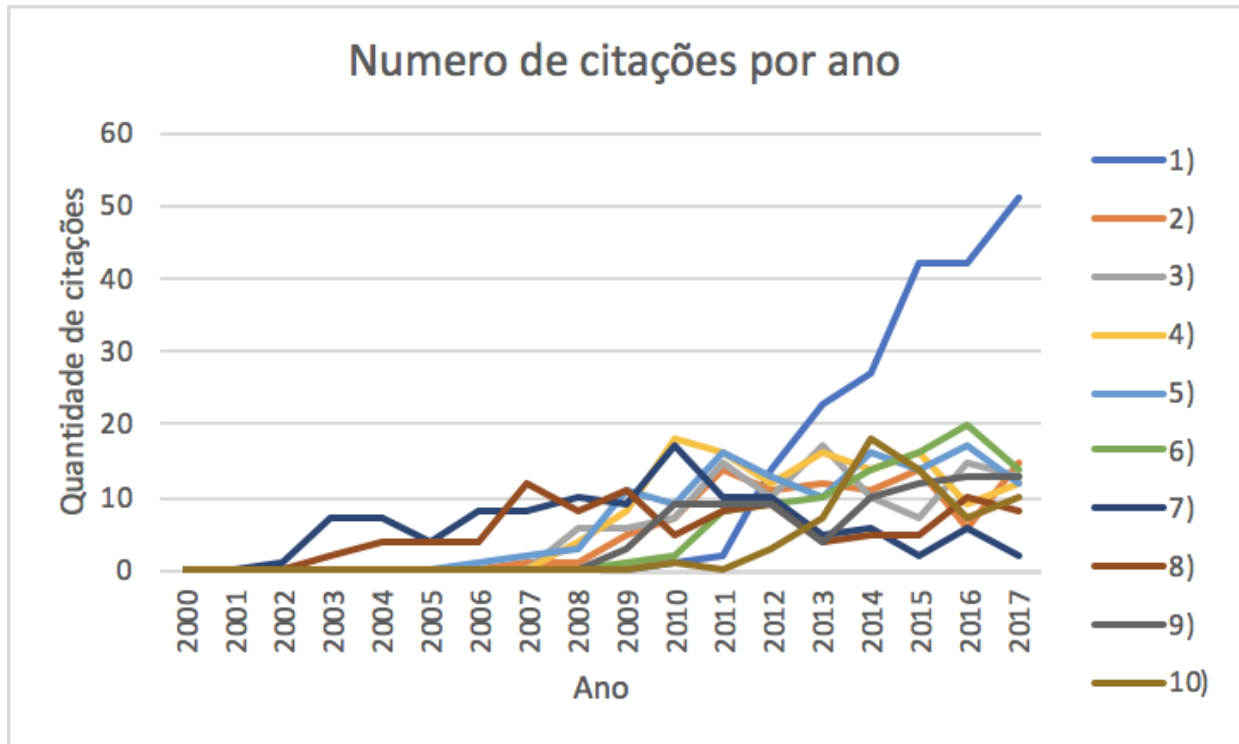
modelos que procuram utilizar redes neurais associadas a lógica nebulosa, uma outra técnica ligada a inteligência artificial (EFENDIGIL;ÖNÜT;KONGAR, 2008).

As duas primeiras publicações são focadas no desenvolvimento sustentável. A primeira publicação, de Kuo et al. (2010), usa redes neurais artificiais para auxiliar na seleção de fornecedores ecológicos. Já a segunda publicação, de Mazhar et al. (2007), se preocupa com a reincorporação dos produtos no seu fim de ciclo de vida de volta na produção. Isto é reflexo direto da preocupação crescente de se incluir cada vez mais processos e fornecedores preocupados com aspectos ecológicos na cadeia logística.

Nota-se que existem autores aparecendo mais de uma vez na lista. Efendigil está presente em duas publicações: Efendigil et al. (2008) e Efendigil et al. (2009). Choy, Lee e Lo estão presentes também em duas publicações: Choy et al. (2002) e Choy et al. (2003).

A Figura 8 mostra os números de citações que cada uma das dez publicações mais relevantes recebeu por ano.

Figura 8: Número de citações das publicações mais relevantes por ano.



Esse gráfico apresenta importantes aspectos da evolução das pesquisas sobre o tópico estudado. Nota-se que publicações razoavelmente antigas (publicados a mais de dez anos) continuam relevantes. Tais publicações apresentam um número de citações ainda alto nos dias atuais, e razoavelmente estáveis. Isto indica que o assunto continua relevante e que muitas novas publicações ainda são publicadas tomando como base os mais citados.

5. Conclusões

A pesquisa bibliométrica realizada permitiu identificar importantes componentes da evolução do conhecimento compartilhado sobre a utilização de redes neurais no contexto de resolução de problemas de redes de suprimento.

Primeiramente, foi possível encontrar a data de início das pesquisas relacionadas ao assunto. Tal iniciativa é explicada não apenas pela crescente preocupação de se implementar redes de suprimento adequadas, mas também às evoluções técnicas em redes neurais. Como a tecnologia ligada às redes neurais e, de forma mais ampla, à inteligência artificial continua a evoluir, é de se esperar que suas aplicações no contexto estudado ainda têm margem de crescimento amplo.

Em uma comparação por país de origem, a China desponta como grande produtor de publicações. Uma análise mais profunda aponta também que a China é o país com mais publicações quando o termo pesquisado se restringe a “redes neurais”. A organização responsável pelo maior número de publicações se encontra na China, a Universidade Politécnica de Hong Kong. Entretanto, o autor com mais publicações no assunto é americano associado à Universidade Central da Flórida, terceira universidade com mais publicações relacionadas ao tema de pesquisa.

A análise de citações permitiu identificar as publicações mais relevantes para o assunto, além de ajudar a identificar indícios de que a área de pesquisa continua em desenvolvimento.

Uma limitação à pesquisa desenvolvida é o fato de não terem sido incluídas publicações que não foram escritas em inglês. Para uma análise que incluía diferentes línguas, seria recomendado levar em conta bases de dados locais.

Esta pesquisa permite a estruturação da literatura desenvolvida sobre o tema, além de construir um panorama com potencial de ajudar pesquisadores interessados na continuação do desenvolvimento de tecnologias voltadas à resolução de problemas no tema deste artigo.

Agradecimentos

Agradecimentos de modo especial ao Centro de Estudo Sociedade e Tecnologia (CEST) pelo apoio no desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

Referências

- ABURTO, L.; WEBER, R. Improved supply chain management based on hybrid demand forecasts. **Applied Soft Computing Journal**, 7(1), pp. 136-144. 2007.
- AKSOY, A.; ÖZTÜRK, N. Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments. **Expert Systems with Applications**, 38(5), pp. 6351-6359. 2011.
- BUENO, E.I., Utilização de Redes Neurais Artificiais na Monitoração e Detecção de Falhas em sensores do reator IEA-R1, **Universidade de São Paulo, IPEN**, 2006.
- BUFREM, L.S.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. *Ciência da Informação*, v. 34, n. 2, 14 mar. 2006.
- CARBONNEAU, R.; LAFRAMBOISE, K.; VAHIDOV, R. Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. **European Journal of Operational Research**, 184(3), pp. 1140-1154. 2008.
- CORRÊA, H; CORRÊA, C. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo, **Atlas**, 2004.
- CHOY, K.L., LEE, W.B.; LO, V. Design of an intelligent supplier relationship management system: A hybrid case based neural network approach. **Expert Systems with Applications**, 24(2), pp. 225-237. 2003.
- CHOY, K.L.; LEE, W.B.; LO, V. An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing. **Expert Systems with Applications**, 22(3), pp. 213-224. 2002.
- DEFOE, D, 1697. An Essay Upon Projects. **Project Guttenberg**. 1955.
- EFENDIGIL, T.; ÖNÜT, S.; KAHRAMAN, C. A decision support system for demand forecasting with artificial neural networks and neuro-fuzzy models: A comparative analysis. **Expert Systems with Applications**, 36(3 PART 2), pp. 6697-6707. 2009.
- EFENDIGIL, T.; ÖNÜT, S.; KONGAR, E. A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness. **Computers and Industrial Engineering**, 54(2), pp. 269-287. 2008.
- ELSEVIER, About Scopus. Disponível em: <<https://www.elsevier.com/solutions/scopus>> . Acesso em 24 abril 2018.
- HINTON, G. E. , "Learning multiple layers of representation," *Trends in Cognitive Sciences*, 11, pp. 428-434, 2007.
- IRITANI, D.R. et al. Análise sobre os conceitos e práticas de Gestão por Processos: revisão sistemática e bibliometria. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 164-180, mar. 2015.

KUO, R.J.; WANG, Y.C.; TIEN, F.C. Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. **Journal of Cleaner Production**, 18(12), pp. 1161-1170. 2010.

KURENKOV, A. A 'brief' history of neural nets and deep learning. Disponível em <<http://www.andreykurenkov.com/writing/ai/a-brief-history-of-neural-nets-and-deep-learning-part-4/>> Acesso em 06 maio 2018. 2015.

LOESCH, C.; SARI, S.T. Redes neurais artificiais: fundamentos e modelos. Blumenal: **FURB**, 1996.

LOPES, A.P.V.B.V.; CARVALHO, M.M. Evolução da literatura de inovação em relações de cooperação: um estudo bibliométrico num período de vinte anos. **Gestão e Produção**, v. 19, n. 1, p. 203-217, 2012.

LOPES, A.P.V.B.V.; CARVALHO, M.M. DE. The evolution of the literature on innovation in cooperative relationships: a bibliometric study for the last two decades. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, p. 203–217, 2012.

LUO, X.; WU, C.; ROSENBERG, D.; BARNES, D. Supplier selection in agile supply chains: An information-processing model and an illustration. **Journal of Purchasing and Supply Management**, 15(4), pp. 249-262. 2009.

MAZHAR, M.I.; KARA, S.; KAEBERNICK, H. Remaining life estimation of used components in consumer products: Life cycle data analysis by Weibull and artificial neural networks. **Journal of Operations Management**, 25(6), pp. 1184-1193. 2007.

MCCULLOCH, W.S.; PITTS, W.H. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **Bulletin of Mathematical Biophysics**, n. 5, p.115-133, 1943.

MINSKY , M.; PAPERT, S.. Perceptrons . An Introduction to Computational Geometry. **M.I.T. Press, Cambridge, Mass.** 1969.

MOED, H.F.; van LEEUWEN, T.N. Improving the accuracy of institute for scientific Information's journal impact factors. **Journal of American Society of Information Science**, v. 46, p. 461-467, 1995.

ROSENBLATT, F. The perceptron, a perceiving and recognizing automaton. **Project Para. Cornell Aeronautical Laboratory.** 1957.

RUMELHART, D.E.; HINTON, G.E.; WILLIAMS, R.J. Learning Internal Representations by Error Propagation, **MIT Press**, Cambridge, 1986.

SANTIAGO D.F.A.. Diagnóstico de Falhas em Máquinas Rotativas Utilizando Transformada de Wavelet e Redes Neurais Artificiais; **Campinas, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**, 2004.

SANTOS, E. Evolução da cadeia de suprimentos na indústria de produtos e soluções para redes de computadores: estudo de múltiplos casos. **Biblioteca digital de teses e dissertações da USP**, 2008.

SCIENTIFIC.NET, Periodicals, Applied Mechanics and Materials, About. Disponível em <<https://www.scientific.net/AMM/Details>> Acesso em 06 maio 2018.

THOMASSEY, S. Sales forecasts in clothing industry: The key success factor of the supply chain management. **International Journal of Production Economics**, 128(2), pp. 470-483. 2010.

TSIAKIS, P.; SHAH, N.; PANTELIDES, C.C. Design of multi-echelon supply chain networks under demand uncertainty. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, 40(16), pp. 3585-3604. 2001.



WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Fisiologia do esporte e do exercício. **Barueri: Manole, 2010.**