



ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) TO AID DECISION MAKING IN LOGISTICS: A BIBLIOMETRIC OVERVIEW

PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA (AHP) PARA AYUDAR A LA TOMA DE DECISIONES EN LOGÍSTICA: UNA DESCRIPCIÓN BIBLIOMÉTRICA

93

Wellington Gonçalves^{*1}

¹Laboratório de Pesquisa Operacional, Logística e Transportes, Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Brasil.

*Correspondência: Laboratório de Pesquisa Operacional, Logística e Transportes, Universidade Federal do Espírito Santo, Rod. Gov. Mário Covas, Km 60, São Mateus, ES - Brasil. CEP 29932-540. e-mail wellington.goncalves@ufes.br

Artigo recebido em 27/09/2021 aprovado em 29/05/2023 publicado em 30/08/2023.

RESUMO

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tem sido estudado amplamente na literatura nos últimos 50 anos. Isto pode ser explicado devido a flexibilidade e extensa aplicabilidade desse método, algo que permite diferentes reflexões, caminhos e pontos de vista. No momento em que este trabalho foi escrito, não havia uma análise bibliométrica sobre o estado da arte de como critérios estão sendo definidos e mensurados no uso do AHP para auxílio a tomada de decisões em logística. Por isso, realizamos uma revisão na base de dados *Web of Science* (WoS), utilizando artigos de pesquisa aplicada, publicados entre 1970 e 2020. Aspectos como citação, cocitação e estrutura de publicação foram usados para organizar a realização da estimativa da evolução literária com uso do software Zotero. Posteriormente, utilizamos o software VOSviewer para mapear cocitação e coocorrência. Os resultados sugerem um aumento gradual na estrutura de citação e publicação, além de usos e aplicações híbridas, destacando o AHP como um importante elemento para a academia e, para o avanço do conhecimento. Consequentemente, este trabalho coopera com a ciência ao identificar práticas de uso do AHP em logística, amparando diferentes interessados no tema a compreender diversos caminhos e enfoques presentes na literatura.

Palavras-chave: Acoplamento bibliométrico, Cocitação, Coocorrência.

ABSTRACT



The Analytic Hierarchy Process (AHP) has been studied extensively in the literature for the past 50 years. This can be explained by the flexibility and extensive applicability of this method, something that allows for different reflections, paths and points of view. At the time this paper was written, there was no bibliometric analysis on the state of the art of how criteria are being defined and measured in the use of AHP to aid decision making in logistics. Therefore, we carried out a review in the Web of Science (WoS) database, using applied research articles, published between 1970 and 2020. Aspects such as citation, co-citation and publication structure were used to organize the realization of the estimation of literary evolution with use of the Zotero software. Later, we used the VOSviewer software to map cocitation and co-occurrence. The results suggest a gradual increase in citation and publication structure, in addition to hybrid uses and applications, highlighting AHP as an important element for academia and for the advancement of knowledge. Consequently, this work cooperates with science by identifying practices in the use of AHP in logistics, supporting different stakeholders in the subject to understand different paths and approaches present in the literature.

Keywords: Bibliometric coupling, Cocitation, Co-occurrence.

RESUMEN

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) se ha estudiado extensamente en la literatura durante los últimos 50 años. Esto se puede explicar por la flexibilidad y amplia aplicabilidad de este método, algo que permite diferentes reflexiones, trayectorias y puntos de vista. En el momento en que se redactó este artículo, no existía un análisis bibliométrico sobre el estado del arte de cómo se definen y miden los criterios en el uso de AHP para ayudar a la toma de decisiones en logística. Por ello, realizamos una revisión en la base de datos de Web of Science (WoS), utilizando artículos de investigación aplicada, publicados entre 1970 y 2020. Se utilizaron aspectos como citación, co-citación y estructura de publicación para organizar la realización de la estimación de los valores literarios. evolución con el uso del software Zotero. Más tarde, usamos el software VOSviewer para mapear la co-ocurrencia y la co-ocurrencia. Los resultados sugieren un incremento gradual en la estructura de citas y publicaciones, además de usos y aplicaciones híbridas, destacando el AHP como un elemento importante para la academia y para el avance del conocimiento. En consecuencia, este trabajo colabora con la ciencia identificando prácticas en el uso de AHP en logística, apoyando a diferentes actores del tema para comprender diferentes caminos y enfoques presentes en la literatura.

Descritores: Acoplamiento bibliométrico. Cocitación. Co-ocurrencia.

INTRODUÇÃO

As relações comerciais dependem de uma logística eficiente que permita atratividade aos negócios, qualidade de atendimento e desenvolvimento econômico. Entretanto, Pamucar, Chatterjee e Zavadskas (2019) descrevem que essas relações estão inseridas num contexto global de atividades. Para estes autores, isto também implica em pressões que, na maioria das vezes, culminam no aumento de custos das organizações.

Abubakar *et al.* (2019) indicam que no atual momento competitivo que as organizações estão, gestores têm a responsabilidade de liderar suas organizações a alcançar objetivos e metas que, mudam quase que constantemente. Para estes autores, isso não requer apenas versatilidade e destreza, mas, gerenciamento de conhecimento mais adequado com excelência na tomada de decisão em diferentes



perspectivas. Isso significa que, de acordo com Phillips *et al.* (2019) diferentes pares de estímulos e respostas resultam em posicionamentos distintos frente ao mercado, e assim, em resposta a cada estímulo, é necessário escolher uma resposta que seja favorável à viabilidade da organização.

Neste contexto, Simon (1979) já destacava que a investigação fundamental sobre o comportamento racional humano no contexto das organizações empresariais não deveria ser, por definição, unicamente por meio de fatores econômicos. Segundo este autor, isso se explicava devido as teorias econômicas poderem levar a tomadas de decisão incoerentes, gerando dados observados incompatíveis com a realidade empresarial. Abubakar *et al.* (2019) corroboram com esta visão ao destacarem que o desempenho organizacional deve estar alinhado aos objetivos organizacionais.

A verticalização de esforços demanda em essência tomada de decisões, algo que em logística é intrínseco a essa função operacional dentro das organizações (RODRIGUE; DABLANC; GIULIANO, 2017). Para Joshi e Singh (2019) essa função tem se tornado cada vez mais complexa nas organizações, por envolver dimensões, variáveis e decisões nos níveis estratégico, tático e operacional. Na opinião de Vieira *et al.* (2017) esse envolvimento demanda soluções que possam congregam opiniões considerando os atores envolvidos, de forma que tais soluções possam ser adaptáveis a diferentes condições e cenários. Complementarmente, Qian (2019) destacam que os *Multi-Criteria Decision-Making* (MCDM) devido a flexibilidade de adaptação desempenham fundamental papel na resolução de desafios associados à tomada de decisões em logística. Corroborando com esta visão, Qaiser *et al.* (2017) sugerem que dentre os diversos MCDM utilizados na literatura o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tem sido utilizado com elevada relevância em gerenciamento da produção e operações logísticas.

Dentro desse contexto, a visualização de um panorama bibliométrico auxilia a idealização de planejamentos, operações e ações direcionadas à tomada de decisões em logística por permitir entender opiniões e suas relações com o cotidiano. Por este motivo, uma análise bibliométrica pode ser considerada um meio viável de avaliar quantitativa e qualitativamente tendências de pesquisa ao longo do tempo (TRANFIELD; DENYER; SMART, 2003; AMIN; KHAN; AMYOTTE, 2019).

A análise bibliométrica por meio do uso de bases e bancos de dados de literaturas tem se consolidado ao longo dos anos como uma ampla forma de se conhecer o estado da arte do conhecimento (HOOD e WILSON, 2001; HUANG *et al.*, 2019). Contudo, devido a pluralidade e amplitude de abordagens que podem ser utilizadas, essa análise tornou-se um método notoriamente conhecido de fornecer insights sobre pesquisas em campos específicos (SEURING e MÜLLER, 2008; SHAMSADEH; ASGARY; NOSRAT, 2019).

Este trabalho é uma tentativa de realizar um panorama da literatura sobre o AHP e seu auxílio à tomada de decisões em logística, considerando aspectos de gerenciamento da produção e operações, de forma que revele o estado existente da pesquisa nesta área e forneça a pesquisadores, profissionais, gestores e organizações conhecimento sobre o estado da arte do tema, como também, uma direção para desenvolver ainda mais este campo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Tomadas de decisão fazem parte do cotidiano do ser humano, como característica de sua natureza, no intuito de selecionar alternativas que atendam às suas necessidades (SAATY, 1991, p. 9). Em contrapartida, em situações complexas como a gestão da logística, a qual engloba planejamento, operação e gerenciamento, faz-se necessário o emprego de ferramentas



que possibilitem a convergência de opiniões, além de prover soluções replicáveis e adaptáveis a diferentes cenários (VIEIRA *et al.*, 2017).

Para suprir essa lacuna, Kumar *et al.* (2017) citam que o matemático Thomas Lorie Saaty criou o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), nos anos 1970, para avaliar critérios tangíveis e intangíveis que interferem na tomada de decisão. Segundo Dweiri *et al.* (2016), esse método de tomada de decisão multicritério divide um problema complexo em hierarquia ou níveis, onde realiza-se uma comparação entre pares da importância dos critérios em relação ao objetivo, com a finalidade precípua de facilitar o processo decisório. Esta comparação permite, ainda, encontrar o peso relativo dos critérios em relação ao objetivo principal, complementam esses autores.

Na operacionalização desse método, três etapas principais e complementares são observadas: a elaboração de uma matriz hierárquica composta por objetivo, critérios e subcritérios, além de alternativas referentes à solução do problema, os julgamentos paritários baseados em uma escala numérica (Tabela 1) e a análise de resultados decorrentes (SAATY, 2008). Servindo-se dessa escala, proposta por Saaty, evidencia-se a preponderância de um elemento em relação a outro dentro de cada nível hierárquico.

Tabela 1. Escala de Saaty para operacionalização do AHP

Escala numérica	Escala verbal
1	Elementos são de igual importância.
3	Moderada importância de um elemento.
5	Forte importância de um elemento.
7	Importância muito forte de um elemento.
9	Extrema importância de um elemento.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes.
Incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0,1.

Fonte: Saaty (1977).

Nesse método, as preferências atribuídas por especialistas são expressas por meio de matrizes de julgamento ou matrizes de comparações paritárias. Sendo assim, A equação $[n(n-1)]/2$ é utilizada para construção de uma matriz genérica conforme Zatta *et al.* (2019), sendo n o número de elementos que estão contidos na matriz A descrita abaixo (Figura 1).

Figura 1. Matriz de julgamentos do AHP

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$



Em que:

$$a_{ij} > 0 \rightarrow \text{positiva};$$

$$a_{ij} = 1 \cdot a_{ji} = 1;$$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow \text{recíproca};$$

$$a_{ij} = a_{ij} \cdot a_{jk} \rightarrow \text{consistência}$$

Fonte: Saaty (1977).

Na sequência, calcula-se o vetor de priorização da seguinte forma: divide-se os valores de cada coluna pelo somatório de valores da respectiva coluna e, posteriormente, calcula-se a média simples dos valores obtidos em cada linha normalizada, para fins de alcançar o vetor de prioridade global (ZATTA *et al.*, 2019). Concluído o procedimento, o método calcula a Razão de Consistência (RC) dos julgamentos composta por $RC = IC/IR$, em que IR é o Índice Médio de Consistência Aleatório, decorrente de matrizes recíprocas aleatórias, e IC é dado por $IC = (\lambda_{máx} - n)/(n-1)$, no qual $\lambda_{máx}$ é o autovalor máximo da matriz (Equação 1).

$$\lambda_{máx} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot w_j}{w_i} \right\} \quad (1)$$

Sendo que deve ser atendida a condição $RC \leq 0,10$ para assegurar coerência dos julgamentos e da consequente decisão a ser tomada; caso contrário, o julgamento deve ser revisado (SAATY, 1990).

ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem metodológica deste trabalho seguiu as diretrizes para realização de uma revisão sistemática por meio de análise bibliométrica da literatura (BAKKER; GROENEWEGEN; DEN HOND, 2005; HUANG *et al.*, 2019; DONTU; KUMAR; PATTNAIK, 2020). Desta forma, para execução dessa abordagem, dados e metadados de artigos que utilizam o AHP para auxílio a tomada de decisões em logística, considerando aspectos de gerenciamento da produção e operações, foram recuperados da Coleção Principal da base de dados *Web of Science* (WoS) – *Clarivate Analytics* com uso da plataforma Periódicos Capes.

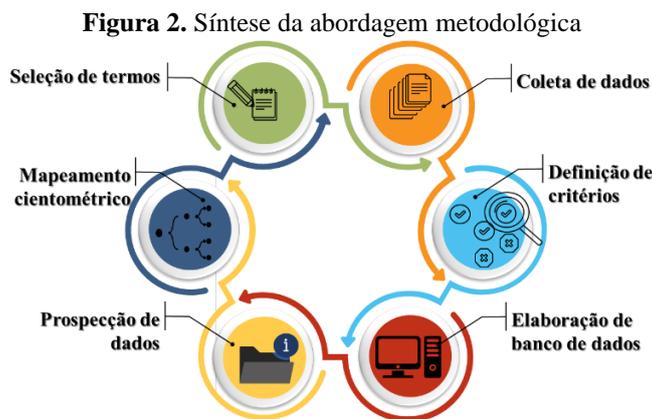
Seguindo a abordagem proposta, a pesquisa foi realizada após seleção e ponderação termos de consulta a partir de indicativos da própria literatura (WINKELHAUS e GROSSE, 2020). Destarte, a coleta de dados ocorreu em junho de 2021, momento em que foi considerado um período temporal da literatura a partir de 1970 até o ano de 2020.

Os dados usados neste artigo vêm da *Web of Science* o qual o banco de dados é considerado altamente relevante para a obtenção de informações acadêmicas globais (WANG; LIM; LYONS, 2019; GONG *et al.*, 2019). A WoS foi escolhida como base de dados para auxílio à pesquisa nesse trabalho por ter em sua plataforma mais de 115 anos de pesquisa, cobrindo mais de 34.000 periódicos, que permite rastrear ideias em vários campos das ciências naturais, engenharia, biomedicina, ciências



Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

sociais, humanidades, dentre outros, e no tempo de quase 1,7 bilhão de referências citadas em mais de 155 milhões de registros. Isto posto, a abordagem metodológica foi concretizada por meio de 6 etapas (Figura 2).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Inicialmente meditando a partir do trabalho de Gora (2019) identificaram-se na literatura termos relacionados ao uso do AHP como auxílio a tomada de decisões em logística, especificamente que possuem relação com aspectos de gerenciamento da produção e operações, os quais foram usados como palavras-chave. A partir da utilização do software VOSviewer para processamento e seleção destes termos, houve ainda o emprego do software Wordaizer que auxiliou na elaboração de uma *Word Cloud* (primeira etapa).

A seguir a seleção dos termos de pesquisa, decorreu a segunda etapa com a concretização da coleta de artigos na base de dados WoS. Na sequência, uma triagem de dados foi efetivada a partir de critérios de inclusão e exclusão, terceira etapa e, com isso, remover das análises elementos que não estivessem alinhados com os parâmetros deste trabalho (QAISER *et al.*, 2017).

Prosseguindo, um banco de dados foi elaborado para auxiliar as atividades operacionais de análise bibliométrica (AMIN; KHAN; AMYOTTE, 2019) e, também para colaborar com o prosseguimento da abordagem metodológica (quarta etapa). Para apoiar essa elaboração foi usado o software Zotero. A partir deste banco, uma prospecção de dados foi praticada para analisar o conteúdo obtido e, com base disso, checada a existência de padrões por intermédio do software VOSviewer para assessorar na operacionalização dessa prospecção (quinta etapa). Apoiando nisso, um mapeamento cientométrico foi realizado com base nos resultados da pesquisa sobre esses padrões, sendo os mesmos refinados com base na relevância de campos (SHAMZADEH; ASGARY; NOSRAT, 2019) – sexta etapa.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bibliométrica foi iniciada preliminarmente com uma busca na base de dados *Web of Sciences* (WoS) utilizando palavras de contexto por meio de operadores booleanos: “TI=(Analytic Hierarchy Process OR AHP AND Logistic) OR AB=(Analytic Hierarchy Process OR AHP AND Logistic) OR AK=(Analytic Hierarchy Process OR AHP AND Logistic)”, objetivando constatar termos para serem usados como palavras-chave, ponderando artigos em periódicos publicados na língua inglesa no período entre 1970 e 2020. Desta forma, as buscas apresentaram um conjunto de 9268 artigos, os quais por meio de análise junto ao software VOSviewer e Wordaizer foi possível elaborar uma Word Cloud (CEBRINO e PORTERO DE LA CRUZ, 2020) a partir de 20 termos com maior incidência nesse conjunto (Figura 3).

Figura 3. Word cloud de termos de pesquisa sobre o uso do AHP em logística



Fonte: WoS (2021).

A partir da definição dos termos (Figura 3) uma nova busca foi efetivada na base WoS empregando as mesmas parametrizações iniciais, entretanto, com o acréscimo dos termos selecionados por meio de operadores booleanos com os rótulos de campo título, resumo e todas as palavras-chave (segunda etapa). O resultado desta busca possibilitou localizar 1610 artigos.

Prosseguindo, uma triagem de dados foi realizada na WoS utilizando operadores booleanos. Essa triagem ocorreu a partir da inclusão de artigos que continham em seu título as palavras “Analytic Hierarchy Process” ou “AHP” e, no resumo: “logistic”; “network”; “reverse logistic”; “operations”; “strategic”; “shipping storage”; “optimization”; “leadership”; “freight”; “warehouse”; “management”; “continuous improvement”; “inventory management”; “operations management”; “supply chain management”; “e-commerce”; “outsourcing”; “transport”; “facility”; “relocation”; “industry”, serem de acesso aberto e estarem inclusos nas categorias engineering multidisciplinary; management; engineering industrial; operations research management science e business. Com isso, foram excluídos àqueles artigos que não atenderam a essa definição (terceira etapa), permanecendo ao final dessa busca e refinados um total de 132 artigos (Figura 4).

Figura 4. Consolidado de registros por categorias da WoS



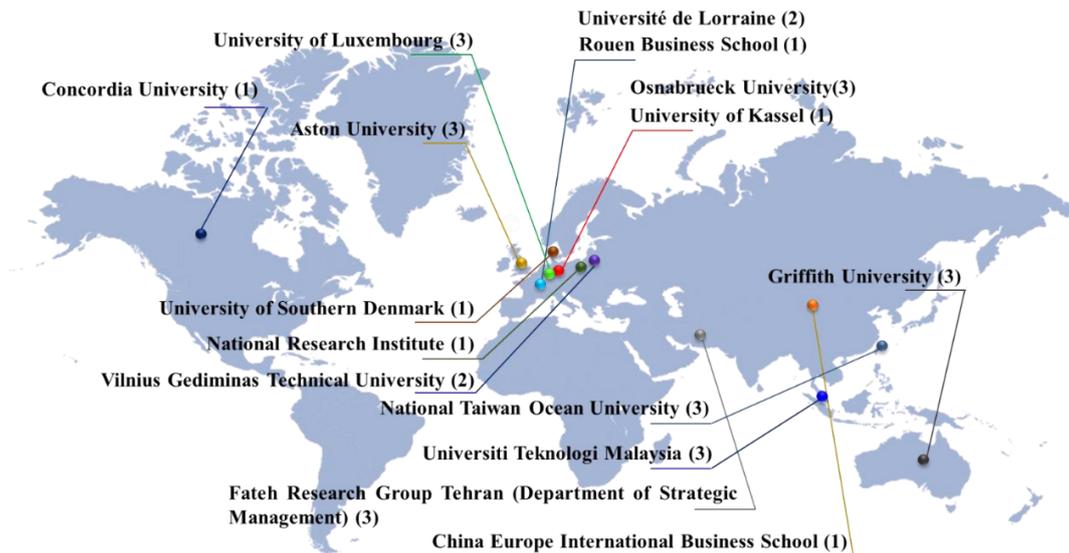
Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO



Fonte: WoS (2021).

Ao considerar estes cálculos primários é possível constatar a ocorrência de uma interdisciplinaridade no uso do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como auxílio a tomada de decisões em logística, fato que pode ser comprovado ao se averiguar o quantitativo de 201 artigos por área e suas correlações, algo que extrapola em 52,27% o total de artigos encontrados inicialmente. Outra importante descoberta é a indicação do emprego do AHP em trabalhos das áreas de Ciências Sociais Aplicadas (34), Ciências Exatas e da Terra (46) e Engenharias (121), destacando a pluralidade de uso de critérios para apoio a tomada de decisão concentrado em três continentes, havendo uma predominância do continente europeu (Figura 5).

Figura 5. Incidência de publicações das 10 principais instituições com registros na busca por citação



Fonte: WoS (2021).

De tal modo, depois da concretização de triagem e averiguação de informações vinculadas ao arcabouço formado, houve a identificação de diferentes inconsistências, como dados faltantes (32 artigos), duplicados (23 artigos) e, alguns registros que apresentaram ausência dos respectivos artigos (11 registros). Conforme as recomendações de Santos *et al.* (2019), em que os metadados não só

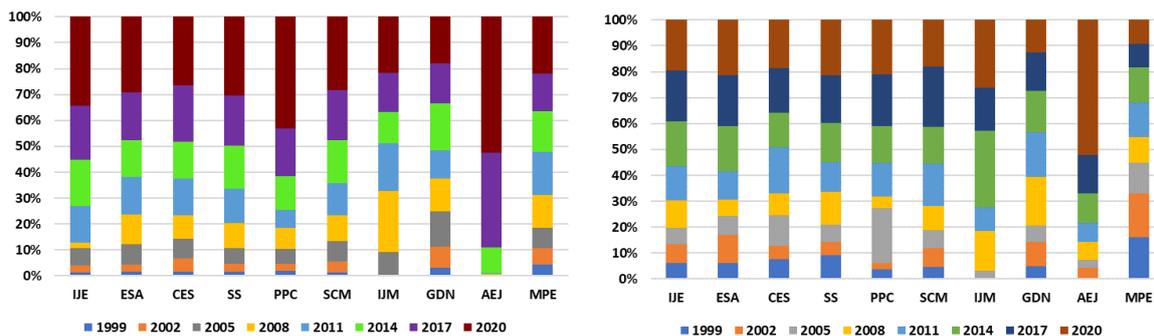


Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

periódicos (Tabela 2) possui elevado número de citações, considerando os documentos publicados nos três anos anteriores a 2020, exceto *in press* os quais não agregam valor ao periódico pelo indicador CiteScore. Contudo, embora apresentem contundente relevância acadêmica estes periódicos são sediados, em sua maioria, na Europa, suscitando uma possível preeminência relacionada ao tema da pesquisa.

Durante a mineração realizada foi possível identificar dois artigos que realizaram uma revisão e outro análise bibliométrica da literatura, não existindo aplicações quanto ao uso do AHP no auxílio a tomada de decisões em logística, Kubler *et al.* (2016) e, Ossadnik, Schinke e Kaspar (2016), por esse motivo esses artigos foram retirados do prosseguimento das análises. Outro aspecto importante da mineração realizada foi verificar a percepção quanto a credibilidade da comunidade acadêmica sobre os periódicos das principais publicações analisadas (Tabela 2). Desta forma, foi possível mapear a amplitude e abrangência de parcerias realizadas ao longo de 21 anos (Figura 7).

Figura 7. Panorama evolutivo do arcabouço (principais periódicos indexados mapeados)



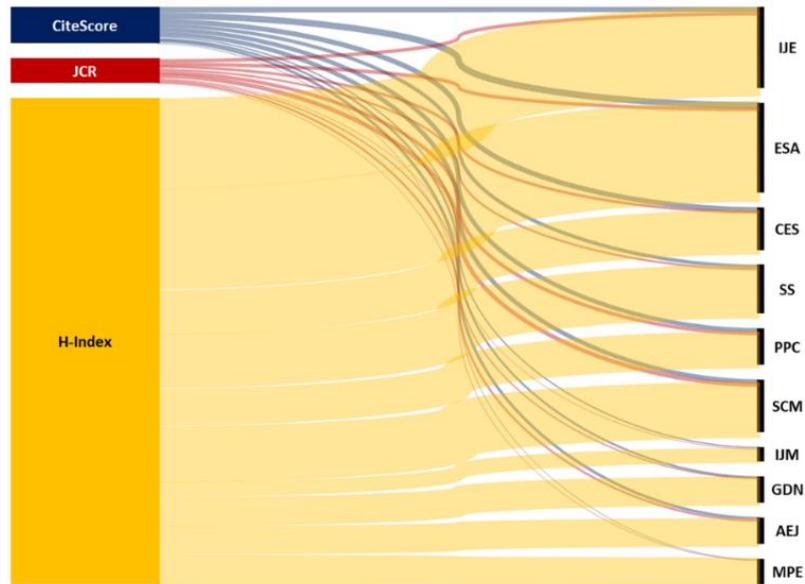
Fonte: WoS (2021).

Seguindo a abordagem metodológica proposta, ao examinar um estrato de performance no tempo (Figura 7), é possível identificar quais destes periódicos têm promovido tendências e questões relevantes frente a academia, além de, difundirem conhecimento entre diferentes grupos e nacionalidades. Dentro desse aspecto, a Figura 8 expande o entendimento cientométrico do arcabouço analisado e, com isso, triangular informações que permitem entender o desempenho em termos destes periódicos, além de observar a ocorrência da expansão do conhecimento envolvendo colaborações internacionais, as quais podem explicar o volume de acessos e citações do arcabouço.

Figura 8. Mapa cientométrico do arcabouço analisado



Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2. Principais periódicos indexados mapeados na mineração de dados



Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

Autores	Periódicos	País ¹	Categoria JCR	CiteScore ²	JCR ²	H-Index	Artigos ³
Awashti, Govindan e Gold (2018)	International Journal of Production Economics (IJE)	NLD	Engineering, Industrial Manufacturing (5 de 49; Q1); Engineering, Manufacturing (5 de 50; Q1); Operations Research & Management Science (3 de 84; Q1).	12,2	7,885	185	764
Kubler <i>et al.</i> (2016)	Expert Systems with Applications (ESA)	UKG	Computer Science, Artificial Intelligence (23 de 140; Q1); Engineering, Electrical & Electronic (24 de 273; Q1); Operations Research & Management Science (8 de 84; Q1).	12,7	6,954	207	1538
Mosadeghi <i>et al.</i> (2015)	Computers, Environment and Urban Systems (CES)	UKG	Environmental Studies (26 de 125; Q1); Geography (8 de 85; Q1); Regional & Urban Planning (7 de 40; Q1).	10,1	5,324	92	235
Podgorski (2015)	Safety Science (SS)	NLD	Engineering, Industrial & Management Science (20 de 84; Q1).	7,8	4,877	111	553
Dey e Cheffi (2013)	Production Planning & Control (PPC)	UKG	Engineering, Industrial Manufacturing (9 de 50; Q1); Operations Research & Management Science (6 de 84; Q1).	8,2	7,044	76	739
Ho, Dey e Lockstrom (2011)	Supply Chain Management (SCM)	UKG	Business (17 de 153; Q1); Management (17 de 226; Q1).	9,3	9,012	115	136
Fouladgar <i>et al.</i> (2012)	International Journal of Strategic Property Management (IJM)	LTU	Management (184 de 226; Q4).	3,6	2,093	30	13
Ossadnik, Schinke e Kasper (2016)	Group Decision and Negotiation (GDN)	NLD	Management (163 de 226; Q3); Social Sciences, Interdisciplinary (31 de 110; Q2).	4,1	2,648	60	105
Galankashi, Helmi e Hashemzahi (2016)	Alexandria Engineering Journal (AEJ)	EGT	Engineering, Multidisciplinary (21 de 91; Q1).	5,6	3,732	58	46
Chiu, Lin e Ting (2014)	Mathematical Problems in Engineering (MPE)	USA	Engineering, Multidisciplinary (67 de 91; Q3); Mathematics, Interdisciplinary Applications (84 de 108; Q4).	1,8	1,305	62	3417

Fonte: WoS (2021).

¹Legenda: Egypt (EGT); Lithuania (LTU); Netherlands (NLD); United Kingdom (UKG) e United State of America (USA).

²Ano base 2020.

³Artigos publicados até junho de 2021 que possuem em seu título ou resumo as palavras *Analytic Hierarchy Process* ou *AHP* e, *logistic*.



Complementando os achados das Figuras 7 e 8 foi elaborado compêndio das literaturas do arcabouço (Tabela 3).

Tabela 3. Estrato final de autores

Autores	Afiliação	Objetivo(s)	Parâmetros e contribuições para definição de atributos
Galankashi, Helmi e Hashenzah (2016)	Universiti Teknologi Malaysia (Malaysia) e University of Malaya (Malaysia)	Proposição de um modelo integrado de BSC-FAHP para selecionar fornecedores.	Recomendação analítica de uma nova estrutura do BSC para a média de avaliação. Com isso, um BSC contendo medidas exatas em cada perspectiva (financeira, cliente, negócios internos e aprendizado e crescimento) foi proposto com o objetivo de medir desempenho.
Awasthi, Govindan e Gold (2018)	Concordia University (Canadá), University of Southern Denmark (Dinamarca) e University of Kassel, AHP-VIKOR (Germany).	Seleção de fornecedores por meio de abordagem integrada fuzzy AHP-VIKOR.	Experimentação de uma estrutura híbrida baseada na abordagem fuzzy AHP-VIKOR, integrada por meio de duas etapas, sendo os critérios definidos segundo a literatura existente e, posteriormente restringidos com a assistência de <i>experts</i> (especialistas e tomadores de decisão).
Mosadeghi <i>et al.</i> (2015)	Griffith University (Austrália) e Gold Coast City Council (Austrália).	Mostrar como a tomada de decisão pode fornecer uma visão sobre a extensão espacial de alternativas.	Uso de categorização para definição de critérios e classificações, as quais subsidiaram a elaboração de subcritérios. A tomada de decisão é apresentada como capaz de fornecer uma visão sobre a ampliação de alternativas.
Chiu, Lin e Ting (2014)	National Taiwan Ocean University (Taiwan)	Formulação de um modelo Fuzzy AHP para apontar atributos prioritários de operação.	As principais contribuições deste trabalho são (a) identificar fatores dos portos verdes obtidos a partir da revisão dos estudos acadêmicos anteriores e muitas ações práticas das autoridades portuárias, (b) construir um modelo AHP para apontar a prioridade dos fatores dos portos verdes, e (c) propor um algoritmo fuzzy-AHP para avaliar o desempenho do porto verde.
Podgórski (2015)	National Research Institute (Poland).	Seleção de principais indicadores para medir o desempenho operacional.	Utilização de revisão da literatura para fornecer uma base lógica sobre principais atributos de indicadores chave de performance.
Dey e Cheffi (2013)	Aston University (Reino Unido) e Rouen Business School (França).	Desenvolver um <i>framework</i> estruturado analítico para medir o desempenho.	Emprego de bases teóricas para combinar e reconciliar três áreas principais: gestão da cadeia de suprimentos, gestão ambiental e medição de desempenho, levantando atributos para auxílio à monitoração de desempenho da cadeia de abastecimento verde.
Ho, Dey e Lockström (2011)	Aston University (Reino Unido) e China Europe International Business School (China).	Propor uma abordagem QFD-AHP para elevar a eficácia das decisões de abastecimento.	Uso do QFD para traduzir os requisitos das partes interessadas da empresa em vários fatores de avaliação para seleção de fornecedores. O AHP é utilizado para determinar a importância dos fatores de avaliação e preferência de cada fornecedor com relação a cada critério de seleção.
Fouladgar <i>et al.</i> (2012)	Fateh Research Group Tehran (Iran) e Vilnius Gediminas Technical University (Lituânia).	Aplicação Fuzzy-AHP nos conceitos de COPRAS para avaliar classificações e pesos.	Revisão sistemática da literatura e colaboração de <i>experts</i> visando a seleção dos atributos mais significativos.

Fonte: WoS (2021).

Legenda: VIKOR - *VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje*. QFD - *Quality Function Deployment*. COPRAS - *COmplex PROportional Assessment*. BSC - *Balanced Scorecard*. FAHP - *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*.



Trabalhos que envolvem consulta a literatura – quais seja acadêmica ou técnica (Tabela 2), ao longo do tempo, em sua ampla maioria, tem mantido a essência da proposta inicial do AHP (SAATY, 1991), em que, atributos apontados pela academia devam ser associados às diferentes opiniões de experts (*stakeholders* e especialistas). Outro aspecto importante é o uso híbrido de técnicas, métodos, ferramentas, e outros dispositivos que auxiliem na elucidação inicial de operacionalização de dados, assim como, na complementação da compreensão dos resultados apresentados. Como por exemplo, o uso da abordagem integrada *fuzzy* AHP-VIKOR, a qual permite uma depuração de opiniões e um esclarecimento ampliado de respostas (sexta etapa).

CONCLUSÃO

Este trabalho apresenta uma análise bibliométrica da literatura sobre o tema *Analytic Hierarchy Process* (AHP) como ferramenta para auxílio a tomada de decisões em logística. É pertinente observar que o estado da pesquisa relacionado a esse tema ainda é incipiente e requer um rápido avanço dada a dinâmica dos ambientes devido às seguidas transformações que o mercado impõe. Usamos ferramentas bibliométricas e de visualização, amplamente utilizadas na literatura (Zotero e VOSviewer), para auxiliar na análise de dados de artigos de periódicos e, a partir disso, extraímos as seguintes conclusões: primeiro, a tendência de publicação sobre este tema tem aumentado desde 2012; contudo, a frequência absoluta dessas publicações ainda é modesta.

Em segundo lugar, existem cerca de dez autores principais, como apontado no desenvolvimento deste trabalho, que podem indicados como influentes entre pares e na literatura. Terceiro, existem pelo menos quatro periódicos influentes que abarcam o tema pesquisado, quais seja, o *Mathematical Problems in Engineering*, *Expert Systems with Applications*, *International Journal of Production Economics* e o *Production Planning & Control*, que juntos publicaram 6458, possuindo em média CiteScore igual a 8,72 e, JCR de 5,97, ratificando a importância destes periódicos. Quarto, a distribuição geográfica das afiliações contribuintes concentra-se na parte oriental da América do Norte, Europa Ocidental e Ásia. Em quinto lugar, as estatísticas de palavras-chave e visualização de texto revelam que certos modelos, abordagens, sistemas e estruturas foram elaborados e propostos para auxiliar a resolução de questões logísticas relativas à mobilidade e sustentabilidade, porém, vale destacar que, a área de pesquisa é parcialmente coberta em relação a várias configurações da logística, como por exemplo, logística portuária, bem como tipos específicos de problemas dentro da logística.

Uma limitação deste trabalho diz respeito à duração de nossa análise, devido ela variar entre 1970 e 2020; os resultados podem mudar no futuro, pois acreditamos que a natureza mutante do método AHP pode trazer novos assuntos, conceitos e metodologias que podem originar mudanças significativas aos resultados apresentados acima.

Por fim, como as análises se basearam em dados coletados na base WoS, as limitações associadas à esta base também podem ser transferidas para este trabalho. De tal modo, os resultados deste trabalho evidenciam que há um amplo campo de estudo a ser explorado sobre o tema pesquisado. Por essa razão, sugere-se que análises futuras devem ser conduzidas com dados obtidos de fontes múltiplas, ampliando as buscas adicionando outros rótulos de campo.



AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Laboratório de Pesquisa Operacional, Logística e Transporte (POLT) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) pelo apoio acadêmico e técnico na concepção e desenvolvimento deste trabalho.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

ABUBAKAR, A.M.; ELREHAIL, H.; ALATAILAT, M.A.; ELÇI, A. Knowledge management, decision-making style and organizational performance. **J. Innov. Knowl.**, v. 4, n. 2, p. 104-114, 2019.

AMIN, M.T.; KHAN, F.; AMYOTTE, P. A bibliometric review of process safety and risk analysis. **Process Saf. Environ. Prot.**, v. 126, p. 366-381, 2019.

AWASTHI, A.; GOVINDAN, K.; GOLD, S. Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. **Int. J. Prod. Econ.**, v. 195, p. 106-117, 2018.

BAKKER, F.G.; GROENEWEGEN, P.; DEN HOND, F. A bibliometric analysis of 30 years of research and theory on corporate social responsibility and corporate social performance. **Bus. Soc.**, v. 44, n. 3, p. 283-317, 2005.

CEBRINO, J.; PORTERO DE LA CRUZ, S. A worldwide bibliometric analysis of published literature on workplace violence in healthcare personnel. **PLoS One**, v. 15, n. 11, p. e0242781, 2020.

CHIU, R.H.; LIN, L.H.; TING, S.C. Evaluation of green port factors and performance: a fuzzy AHP analysis. **Math. Probl. Eng.**, ID 802976, 2014.

DEY, P.K.; CHEFFI, W. Green supply chain performance measurement using the analytic hierarchy process: a comparative analysis of manufacturing organisations. **Prod. Plan. Control.**, v. 24, n. 8-9, p. 702-720, 2013.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; PATTNAIK, D. Forty-five years of Journal of Business Research: A bibliometric analysis. **J. Bus. Res.**, v. 109, p. 1-14, 2020.

DWEIRI, F.; KUMAR, S.; KHAN, S.A.; JAIN, V. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. **Expert Syst. Appl.**, v. 62, p. 273-283, 2016.

FOULADGAR, M.M.; YAZDANI-CHAMZINI, A.; LASHGARI, A.; ZAVADSKAS, E.K.; TURSKIS, Z. Maintenance strategy selection using AHP and COPRAS under fuzzy environment. **Int. J. Strateg. Prop. Manag.**, v. 16, n. 1, p. 85-104, 2012.

GALANKASHI, M.R.; HELMI, S.A.; HASHEMZAHI, P. Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard–fuzzy AHP approach. **AEJ - Alex. Eng. J.**, v. 55, n. 1, p. 93-100, 2016.



GONG, R.; XUE, J.; ZHAO, L.; ZOLOTOVA, O.; JI, X.; XU, Y. A Bibliometric Analysis of Green Supply Chain Management Based on the Web of Science (WOS) Platform. **Sustainability**, v. 11, n. 12, p. 3459, 2019.

GORA, A.A. The Link Between Decision Making Process and Performance: A Bibliometric Analysis. **Int. J. Econ. Manag.**, v. 4, n. 2, p. 177-191, 2019.

HO, W.; DEY, P.K.; LOCKSTRÖM, M. Strategic sourcing: a combined QFD and AHP approach in manufacturing. **Sup. Chain Manag. Int. J.**, v. 16, n. 6, p. 446-461, 2011.

HOOD, W.W.; WILSON, C.S. The literature of bibliometrics, scientometrics, and informetrics. **Scientometrics**, v. 52, n. 2, p. 291-314, 2001.

HUANG, C.; YANG, C.; WANG, S.; WU, W.; SU, J.; LIANG, C. Evolution of topics in education research: a systematic review using bibliometric analysis. **Educ. Rev.**, v. 72, p. 1-10, 2019.

JOSHI, B.C.; SINGH, K. Decision Making in Secondary Logistics of Petroleum Industry Using Analytic Hierarchy Process. **Int. J. Res. Anal. Rev.**, v. 6, n. 2, p. 863-867, 2019.

KUBLER, S.; ROBERT, J.; DERIGENT, W.; VOISIN, A.; LE TRAON, Y. A state-of-the-art survey & testbed of fuzzy AHP (FAHP) applications. **Expert Syst. Appl.**, v. 65, p. 398-422, 2016.

KUMAR, A.; SAH, B.; SINGH, A.R.; DENG, Y.; HE, X.; KUMAR, P.; BANSAL, R.C. A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. **Renew. Sustain. Energy Rev.**, v. 69, p. 596-609, 2017.

MOSADEGHI, R.; WARNKEN, J.; TOMLINSON, R.; MIRFENDERESK, H. Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. **Comput. Environ. Urban Syst.**, v. 49, p. 54-65, 2015.

OSSADNIK, W.; SCHINKE, S.; KASPAR, R.H. Group aggregation techniques for analytic hierarchy process and analytic network process: a comparative analysis. **Group Decis. Negot.**, v. 25, n. 2, p. 421-457, 2016.

PAMUCAR, D.; CHATTERJEE, K.; ZAVADSKAS, E.K. Assessment of third-party logistics provider using multi-criteria decision-making approach based on interval rough numbers. **Comput. Ind. Eng.**, v. 127, p. 383-407, 2019.

PHILLIPS, F.; CHANG, J.; SU, Y.S. When do efficiency and flexibility determine a firm's performance? A simulation study. **J. Innov. Knowl.**, v. 4, n. 2, p. 88-96, 2019.



Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

PODGÓRSKI, D. Measuring operational performance of OSH management system—A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. **Saf. Sci.**, v. 73, p. 146-166, 2015.

QAISER, F.H.; AHMED, K.; SYKORA, M.; CHOUDHARY, A.; SIMPSON, M. Decision support systems for sustainable logistics: a review and bibliometric analysis. **Ind. Manag. Data Syst.**, v. 117, n. 7, p. 1376-1388, 2017.

QIAN, H. E-Commerce Logistics Mode Selection Based on Network Construction. **Mod. Econ.**, v. 10, n. 1, p. 198-208, 2019.

RODRIGUE, J.P.; DABLANC, L.; GIULIANO, G. The freight landscape: Convergence and divergence in urban freight distribution. **J. Transp. Land Use**, v. 10, n. 1, p. 557-572, 2017.

SAATY, T.L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. **J. Math. Psychol.**, v. 15, p. 234-281, 1977.

SAATY, T.L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill, Makron Books, 1991.

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Serv. Sci.**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SANTOS, P.H.; NEVES, S.M.; SANT'ANNA, D.O.; OLIVEIRA, C.H.; CARVALHO, H.D. The analytic hierarchy process supporting decision making for sustainable development: An overview of applications. **J. Clean. Prod.**, v. 212, p. 119-138, 2019.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **J. Clean. Prod.**, v. 16, n. 15, p. 1699-1710, 2008.

SHAMSZADEH, S.; ASGARY, S.; NOSRAT, A. Regenerative endodontics: a scientometric and bibliometric analysis. **J. Endod.**, v. 45, n. 3, p. 272-280, 2019.

SIMON, H.A. Rational decision making in business organizations. **Am. Econ. Rev.**, v. 69, n. 4, p. 493-513, 1979.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **Br. J. Manag.**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

VIEIRA, J.G.V.; TOSO, M.R.; SILVA, J.E.A.R.; RIBEIRO, P.C.C. An AHP-based framework for logistics operations in distribution centres. **Int. J. Prod. Econ.**, v. 187, p. 246-259, 2017.

WANG, C.; LIM, M.K.; LYONS, A. Twenty years of the International Journal of Logistics Research and Applications: a bibliometric overview. **Int. J. Logist. Res. Appl.**, v. 22, n. 3, p. 304-323, 2019.



Gonçalves, Wellington, 2023 – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP) PARA AUXÍLIO A TOMADA DE DECISÕES EM LOGÍSTICA: UM PANORAMA BIBLIOMÉTRICO

WINKELHAUS, S.; GROSSE, E.H. Logistics 4.0: a systematic review towards a new logistics system. **Int. J. Prod. Res.**, v. 58, n. 1, p. 18-43, 2020.

ZATTA, F.N.; MATTOS, A.L.; OLIVEIRA, R.R.; FREITAS, R.R.; GONÇALVES, W. Aplicação do Analytic Hierarchy Process na escolha de planos de saúde. **Res., Soc. Dev.**, v. 8, n. 1, p. e1881532, 2019.