

Meta-análise e mapeamento sistemático da aplicação de técnicas de tomada de decisão multicritério no setor energético

Jonatas Policarpo Américo (UTFPR) jonatasamerico@utfpr.edu.br

José Donizetti de Lima (UTFPR) donizetti@utfpr.edu.br

Stéfano Frizzo Stefenon (UDESC) stefano.stefenon@edu.udesc.br

Resumo:

Várias metodologias, técnicas e algoritmos são usados para projetar e avaliar sistemas de energia. O enfoque em um único objetivo não é mais uma abordagem predominante. No sistema energético integrado deve-se considerar aspectos econômicos, ambientais, sociais, institucionais e políticos; sendo este um problema de análise multicritério com diferentes critérios e correlações. Este artigo tem como objetivo realizar uma meta-análise e um mapeamento sistemático relacionada a tomada de decisão multicritério com aplicação no setor energético. Definiu-se duas bases de dados e um motor de busca para seleção dos artigos, retornando assim 4.578 artigos. Após o processo de triagem, 203 foram selecionados. Dos selecionados, 55,67% referem-se a publicações dos últimos 5 anos; 82 periódicos foram citados, sendo *Energy* o mais relevante, com 13,3% das publicações. Do total de publicações realizadas, 36,45% foram em Qualis A1 e 21,67% em A2. A aplicação de maior relevância é a escolha do local para instalação de fonte de geração com 25,59%. A escolha do sistema de geração foi o foco de 25,12% das publicações. O principal tipo de energia pesquisado foi a Eólica com 18,38%, seguida da Solar fotovoltaica com 14,89%. O continente Europeu lidera as publicações com 44,83%, seguido do Asiático com 34,98%. Foram utilizadas 286 aplicações de técnicas/derivações para a tomada de decisão multicritério. A técnica/derivação mais utilizada é a AHP com 34,97% das aplicações.

Palavras-chave: Meta-análise, Tomada de decisão multicritério, Setor energético.

Meta-analysis and systematic mapping of the application of multicriteria decision-making techniques in the energy sector

Abstract

Several methodologies, techniques, and algorithms are used to design and evaluate energy systems. Focusing on a single goal is no longer a predominant approach. In the integrated energy system one must consider economic, environmental, social, institutional and political aspects; being a multicriteria analysis problem with different criteria and correlations. This article aims to perform a meta-analysis and a systematic mapping related to multicriteria decision making with application in the energy sector. We defined two databases and one search engine to select articles, thus returning 4,578 articles. After the screening process, 203 were selected. Of the selected ones, 55.67% refer to publications from the last 5 years; 82 journals were cited, with *Energy* being the most relevant, with 13.3% of publications. Of the total number of publications, 36.45% were in Qualis A1 and 21.67% in A2. The most relevant application is the choice of location for generation source installation with 25.59%. The choice of generation system was the focus of 25.12% of publications. The main type of energy studied was Eolic with 18.38%, followed by Solar Photovoltaic with 14.89%. The European continent leads the publications with 44.83%, followed by the Asian with 34.98%. We used 286 applications of techniques/derivations for multicriteria decision making. The most used technique/derivation is AHP with 34.97% of the applications.

Key-words: Meta-analysis, Multicriteria Decision-making, Energy sector.

1. Introdução

Aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas, cerca de 17% da população mundial, não tem acesso a eletricidade. Ainda, 2,7 bilhões da população mundial é dependente das fontes de energia tradicionais como, por exemplo, dejetos de animais e lenha. Esta dependência não está causando somente efeitos adversos à saúde humana, mas também ao meio ambiente devido ao desmatamento e a emissão de gases do efeito estufa (KUMAR *et al.*, 2017). As fontes renováveis de energia fornecem a capacidade de substituir, na maioria dos casos, as convencionais quando se considera aplicações a longo prazo (BARP *et al.*, 2016). Contudo, a escolha da melhor alternativa para investir depende de diferentes fatores e políticas governamentais (GARCIA *et al.*, 2016). Esta decisão pode ser vista como um problema de tomada de decisão multicritério, do inglês *Multiple Criteria Decision Making* (MCDM) com diferentes critérios e correlações (ABU-TAHA, 2011).

Para Kumar *et al.* (2017), MCDM é um ramo da pesquisa operacional que objetiva encontrar um resultado ótimo em cenários complexos incluindo vários indicadores distintos, conflitando objetivos e critérios. Para Abu-taha (2011), a MCDM é capaz de avaliar diferentes variáveis e assim auxiliar na tomada da decisão. A MCDM está se tornando popular no ramo de energético pela flexibilidade em prover aos tomadores de decisão a possibilidade de considerar todos os critérios e objetivos simultaneamente (KUMAR *et al.*, 2017).

A tradicional tomada de decisão de único objetivo se preocupa basicamente com a maximização ou minimização de um elemento em particular, sendo benéfico em um estudo de pequenos sistemas (OLIVEIRA; KLAAR; STEFENON, 2017). No planejamento tradicional do sistema de energia, geralmente os planejadores consideram apenas um ou dois fatores principais, como confiabilidade e economia (WEI; LIU, 2008). Contudo, segundo Mirakyan e Guio (2013), o desenvolvimento do sistema energético integrado se torna complexo pois deve-se considerar diferentes aspectos: ambiental, social e tecnológico; diferentes setores: residencial e transporte; diferentes portadores de energia: gás, óleo, eletricidade; e diversas tecnologias requeridas para extrair, converter, transportar e distribuir a energia.

Existem várias metodologias, técnicas e algoritmos para avaliar e projetar sistemas de energia baseando-se na otimização de critérios únicos ou múltiplos. Com o aumento da complexidade e da multiplicidade no problema do planejamento energético, a otimização/análise de objetivo único não é mais uma abordagem predominante (KUMAR *et al.*, 2017). Na última década, o MCDM auxiliou no planejamento do sistema energético, de modo a tentar resolver o problema complexo que se refere ao sistema energético.

Desta forma, este artigo tem como objetivo realizar um Mapeamento Sistemático (MS) e Meta-Análise (MA) relacionada a tomada de decisão multicritério com aplicação do setor energético. Para Nakagawa *et al.* (2017), a MS possibilita identificar e classificar o conteúdo relacionado com o tópico de pesquisa. Os resultados ajudam a identificar lacunas nessa área, capazes de sugerir pesquisas futuras e prover um guia para posicionar adequadamente as atividades de pesquisa (MEDEIROS *et al.*, 2018). Segundo Phillips e Newton (2002), a MA é um método quantitativo para analisar os resultados de vários artigos com um mesmo tema. O objetivo da análise é coletar resultados de vários estudos e descobrir o que pode ser dito coletivamente sobre um determinado campo. A MA fornece um meio de integrar matematicamente descobertas empregando uma abordagem estatística sobre diversos artigos anteriormente relatados.

2. Metodologia

Para a realização da pesquisa utilizou-se a metodologia desenvolvida por Mardani *et al.* (2017), a qual consiste em duas partes principais: Mapeamento Sistemático (MS) e Meta-Análise (MA). No MS são fornecidos resumos sobre os tópicos pesquisados, que fornecem uma visão geral das pesquisas realizadas em uma determinada área até a presente data. Souza, Falbo e Vijaykumar (2015) descrevem que uma MA deve fornecer as seguintes respostas:

- Quando e onde os estudos foram publicados?
- Quais tipos de pesquisas foram realizadas?
- Quais técnicas foram utilizadas?
- Em que periódicos os estudos foram reportados?
- Relacionado a tomada de decisão multicritério aplicado ao setor energético, quais aspectos foram foco?
- Quais problemas foram apontados?

Para a realização da MS deve-se definir primeiro o objetivo; observar as técnicas de tomada de decisão multicritério aplicadas ao setor energético. Na sequência foram definidas quais são as bases de busca. Foram escolhidos o Science Direct (SD) e o IEEE *Xplore Digital Library* (IEEE). De acordo com Nakagawa *et al.* (2017), para tornar a pesquisa mais ampla deve-se utilizar também os motores de busca, sendo a Scopus utilizada.

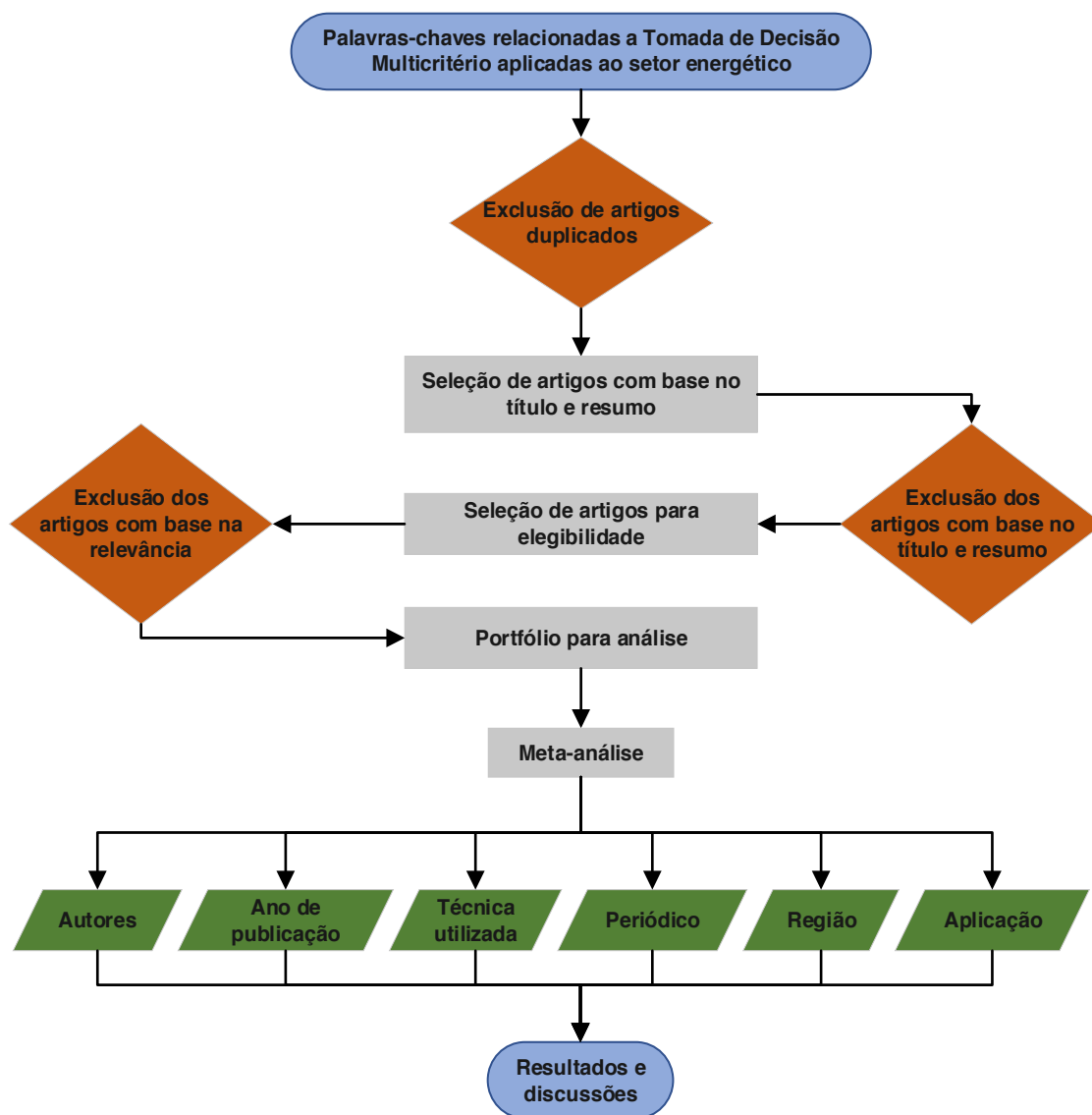
Foram realizadas pesquisas referente a MCDM com aplicação no setor energético. A busca bibliográfica foi realizada com base nas palavras-chave apresentadas na Tabela 1. Para a busca dos artigos, criou-se um *string* de pesquisa em cada mecanismo de busca. Entre palavras-chave de mesmo grupo foi utilizado a lógica booleana *OR*. Para palavras-chave entre grupos utilizou-se a lógica *AND*. Definiu-se ainda como o idioma de busca o Inglês e ano de publicação de 1990 até 2018.

Palavras-chave	Grupo 1	<i>Multi-criteria; Decision-Making; Multi-Objective; Decision Analysis; Multi-Attribute; Multi-objective; Decision aid; Decision support methods; MCA; MCDA; MCDM; MODM; MADM.</i>
	Grupo 2	<i>Energy; Energy management; Energy policy; Electrical system; Expansion; Planning; Expansion planning; Integrated planning; Energy externalities; Generation expansion</i>
<i>String</i>	<i>OR</i>	Aplicado entre palavras-chave do mesmo grupo
	<i>AND</i>	Aplicado entre grupos

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 1 – Palavras-chave e *string* utilizados

Após a busca, todos os artigos foram transferidos para o gerenciador de referência Mendeley® (MENDELEY, 2018). Na sequência iniciou-se o processo de triagem apresentado na Figura 1.



Fonte: Adaptado de Mardani *et al.* (2017)

Figura 1 – Fluxograma com procedimentos para triagem dos artigos

3. Resultados e discussões

Com a definição das bases de dados, aplicou-se o *string* formado pelas palavras-chave. A busca resultou em 644 artigos na plataforma da IEEE, 1.691 na SD e 2.423 na Scopus. Do total de 4.758 artigos transferidos para o Mendeley®, 351 foram excluídos por duplicidade. O próximo passo foi a seleção dos artigos com base na leitura do título e resumo, sendo que 3.125 artigos foram excluídos, restando assim 296 artigos. Artigos *review* não foram incluídos no portfólio por se tratarem de revisões das técnicas utilizadas e o foco desta pesquisa é a aplicação direta das técnicas. Na etapa de seleção dos artigos para elegibilidade foram excluídos 93 artigos, por não se enquadrarem diretamente ao escopo de pesquisa. Ao final, um portfólio de 203 artigos

foi alcançado. Com base nestes artigos e com auxílio do MSEXcel[®] realizou-se a meta-análise.

3.1 Distribuição de artigos por ano

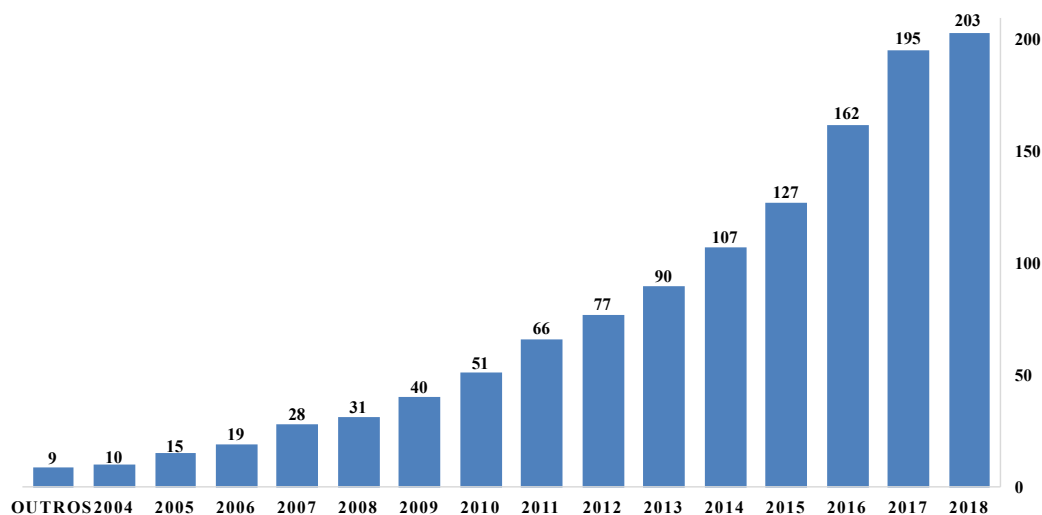
A Tabela 2 apresenta a distribuição dos artigos publicados por ano relacionado ao escopo de pesquisa. Nota-se que até o ano de 2004 apenas 9 artigos haviam sido publicados.

Ano	Frequência	Percentual	Acumulado
2018	8	3,94%	203
2017	33	16,26%	195
2016	35	17,24%	162
2015	20	9,85%	127
2014	17	8,37%	107
2013	13	6,40%	90
2012	11	5,42%	77
2011	15	7,39%	66
2010	11	5,42%	51
2009	9	4,43%	40
2008	3	1,48%	31
2007	9	4,43%	28
2006	4	1,97%	19
2005	5	2,46%	15
2004	1	0,49%	10
Outros	9	4,43%	9
Total	203	100,00%	

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2 – Distribuição de artigos publicados por ano

Embora tenha-se uma oscilação nas publicações, percebe-se um aumento crescente na aplicação da análise multicritério no setor energético, conforme apresenta pela Figura 2.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 2 – Publicações acumuladas de artigos por ano

Considerando somente os últimos 5 anos, tem-se 55,67% das publicações. Isso remete a aceitação das técnicas pelo setor energético. A baixa incidência em 2018 refere-se a busca ter sido realizado no início do ano.

3.2 Distribuição de artigos por área de aplicação

A Tabela 3 apresenta a distribuição dos artigos com base na área de aplicação. Ressalta-se que

o número de áreas é maior que a de artigos em virtude de algumas aplicações serem em mais de uma área. A maior relevância nas aplicações está relacionada com a escolha do melhor local para instalação da fonte de geração de energia, com 25,59%. Sendo o enfoque principal a energia Eólica com 11,37%, seguido da Solar fotovoltaica com 7,58%. Na sequência, a escolha do sistema de geração foi o foco de 25,12% das publicações. Em 50,71% das aplicações deseja-se encontrar o melhor sistema de geração, ou o melhor local para a instalação de um sistema de geração.

Área de aplicação	Frequência	Percentual
Eólica	24	11,37%
Solar fotovoltaica	16	7,58%
Hidroelétrica	5	2,37%
Biomassa	3	1,42%
Marés	2	0,95%
Termelétrica	2	0,95%
Solar térmica	2	0,95%
Escolha do local para instalação	54	25,59%
Escolha do sistema de geração	53	25,12%
Planejamento energético	27	12,80%
Políticas energéticas	11	5,21%
Sustentabilidade	5	2,37%
Outras	61	28,91%
Total	211	100%

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3 – Distribuição de artigos publicados por área de aplicação

3.3 Distribuição de artigos por periódico

Com base nas buscas realizadas, foram elencados 82 periódicos com publicações referentes a tomada de decisão multicritério relacionadas ao setor energético. Periódicos que possuem duas ou mais publicações são apresentados na Tabela 4. O periódico *Energy* foi o mais relevante com 27 publicações, representando 13,30%, seguida da *Renewable and Sustainable Energy Reviews* com 25 publicações, representando 12,32%. Nota-se que os 6 primeiros periódicos são responsáveis por 51,72% de todas as publicações. Outro ponto importante é a qualificação dos periódicos. Das publicações realizadas, 74 foram em Qualis A1 e 44 em Qualis A2 representando 58,12% das publicações.

Periódico	Fator de Impacto	Qualis Eng. III	Frequência	Percentual
<i>Energy</i>	4,688	A1	27	13,30%
<i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	9,184	A1	25	12,32%
<i>Energy Policy</i>	4,039	A2	20	9,85%
<i>Renewable Energy</i>	4,9	A2	17	8,37%
<i>Applied Energy</i>	7,9	A1	8	3,94%
<i>Energy Conversion and Management</i>	6,377	A1	8	3,94%
<i>International Journal of Electrical Power and Energy Systems</i>	3,61	A2	5	2,46%
<i>Journal of Cleaner Production</i>	5,651	A1	4	1,97%
<i>Energy Procedia</i>	—	—	3	1,48%
<i>Energies</i>	2,676	B1	3	1,48%
<i>Sustainability (Switzerland)</i>	2,075	B1	3	1,48%
<i>European Journal Of Operational Research</i>	3,428	A1	2	0,99%
<i>Journal of Environmental Management</i>	4,005	A2	2	0,99%
<i>Energy for Sustainable Development</i>	2,658	B1	2	0,99%
<i>Sustainable Energy Technologies and Assessments</i>	—	B2	2	0,99%
Outras	—	—	66	32,51%
Total	—	—	203	100,00%

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 4 – Distribuição de artigos publicados por periódico

3.4 Distribuição de artigos por autor

A Tabela 5 apresenta os autores mais relevantes. Do total de 203 artigos, 639 autores foram elencados. O autor mais relevante foi Juan Miguel Sánchez-Lozano professor no Centro Universitário de Defesa na Academia da Força Aérea Espanhola e na Universidade Politécnica de Cartagena - Espanha. A segunda autora mais relevante foi Maria Socorro Garcia-Cascales, também pertencente a Universidade Politécnica de Cartagena. Autores com menor relevância, relacionado ao número de publicações, foram agrupados com uma, duas e três incidências.

Autor	Frequência	Percentual
Sánchez-Lozano, J. M.	8	1,25%
García-Cascales, M.S.	7	1,10%
Lamata, María Teresa	5	0,78%
Kahraman, Cengiz	4	0,63%
Luthra, Sunil	4	0,63%
Polatidis, Heracles	4	0,63%
3 incidências	24	3,76%
2 incidências	58	9,08%
1 incidência	525	82,16%
Total	639	100,00%

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 5 – Distribuição de artigos publicados por autor

3.5 Distribuição de artigos por tipo de energia

A Tabela 6 apresenta a distribuição dos tipos de geração de energia pesquisados. O total de 517 é proveniente da busca do melhor sistema de geração, sempre em comparação com outros sistemas.

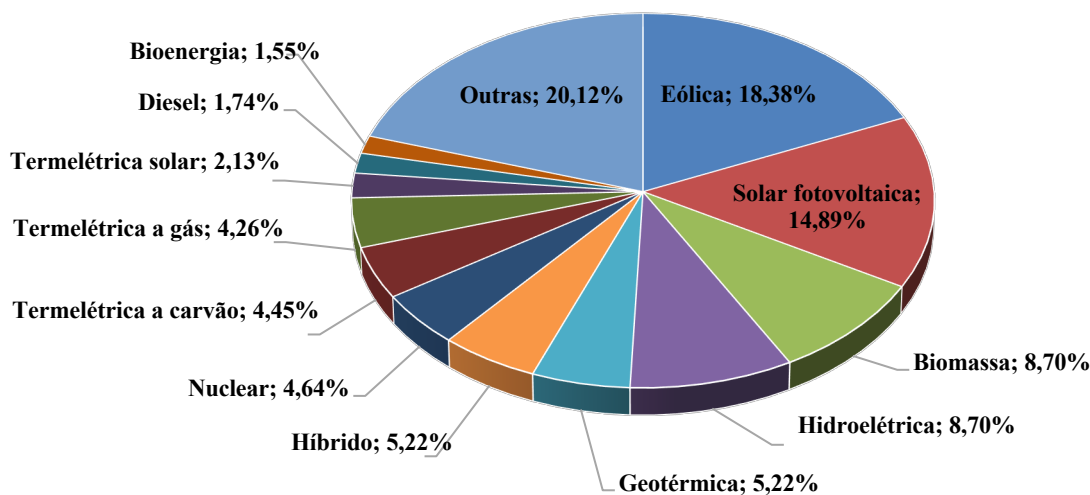
Tipo de energia	Frequência
Eólica	95
Solar fotovoltaica	77
Biomassa	45
Hidroelétrica	45
Geotérmica	27
Híbrido	27
Nuclear	24
Termelétrica a carvão	23
Termelétrica a gás	22
Termelétrica solar	11
Diesel	9
Bioenergia	8
Outras	104
Total	517

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 6 – Distribuição de artigos publicados por tipo de energia

O enfoque principal, conforme apresentado pela Figura 3, é a geração Eólica com 18,38%, seguido da Solar fotovoltaica com 14,89%. A geração proveniente da Biomassa e Hidroelétrica

possuem 8,7% das aplicações. É importante ressaltar que em 5,22% dos casos buscou-se um sistema Híbrido de modo a compensar as desvantagens com as vantagens de cada sistema.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 3 – Artigos publicados por tipo de energia

3.6 Distribuição de artigos por país e continentes

Na Tabela 7 são apresentados os países e continentes com maior relevância nas publicações. O continente Europeu lidera as publicações com 44,83%, seguido do Asiático com 34,98%. Os países que possuem maior representatividade, em seu respectivo continente, são Turquia com 12,32%, Irã com 7,88%, Estados Unidos com 5,91%, Brasil com 3,94% e Argélia com 1,48%.

País	Frequência	Percentual	Continente	Frequência	Percentual
Turquia	25	12,32%	Europa	91	44,83%
Grécia	18	8,87%			
Espanha	15	7,39%			
Itália	6	2,96%			
Outros	27	13,30%			
Irã	16	7,88%	Ásia	71	34,98%
China	15	7,39%			
Índia	14	6,90%			
Outros	26	12,81%			
Estados Unidos	12	5,91%	América do Norte	18	8,87%
Outros	6	2,96%			
Brasil	8	3,94%	América do Sul	14	6,90%
Colômbia	3	1,48%			
Outros	3	1,48%			
Argélia	3	1,48%	África	8	3,94%
Outros	5	2,46%			
Austrália	1	0,49%	Oceania	1	0,49%
Total	203	100%			

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 7 – Distribuição de artigos publicados por país e continente

3.7 Distribuição de artigos por técnica utilizada

A Tabela 8 apresenta a distribuição das técnicas utilizadas. O número de técnicas é maior que o número de artigos visto que muitas vezes, mas de uma técnica é utilizada. Um exemplo é o de Sánchez-Lozano, García-Cascales e Lamata (2016) os quais utilizaram as técnicas AHP, TOPSIS e ELECTRE TRI com o objetivo de fornecer uma metodologia para a escolha dos locais para instalação de parques fotovoltaicos na Espanha. Outro é o de Azizi *et al.* (2014) os quais utilizaram o ANP e DEMATEL para avaliar a possibilidade da instalação de parques Eólicos no Irã. Ao total foram aplicadas 78 técnicas/derivações para a tomada de decisão multicritério, totalizando 286 aplicações. A técnica/derivação mais utilizada é a *Analytic Hierarchy Process* (AHP) com 100 aplicações, correspondendo a 34,97% do total. O resultado coincide com as conclusões de Tesfamariam e Sadiq (2006) e Mardani *et al.* (2017) que relacionam o AHP como método mais comumente utilizado. Outro ponto importante é que das 286 aplicações, a técnica fuzzy foi usada em 19,58% das vezes. Para Zhou, Ang e Poh (2006), em problemas relacionados a tomada de decisão, os julgamentos dos tomadores de decisão não são claros. A maioria dos parâmetros de avaliação não podem ser definidos com valores precisos. A lógica fuzzy tem o objetivo de modelar tais incertezas pela utilização de funções de associação. Em um modelo clássico um elemento pertence ou não a um conjunto. Na lógica fuzzy, o elemento pertence naturalmente ao conjunto com um valor entre o intervalo de 0 a 1.

Técnica	Frequência		Percentual	
AHP	65	100	22,73%	34,97%
AHP + Fuzzy	28		9,79%	
AHP + Outra	7		2,45%	
AMC	31	33	10,84%	11,54%
AMC + Fuzzy	2		0,70%	
TOPSIS	13	26	4,55%	9,09%
TOPSIS + Fuzzy	11		3,85%	
TOPSIS + Outra	2		0,70%	
ELECTRE_III	4	16	1,40%	5,59%
ELECTRE_TRI	4		1,40%	
ELECTRE_I	3		1,05%	
ELECTRE_II	2		0,70%	
ELECTRE_III + Fuzzy	1		0,35%	
ELECTRE + Fuzzy	1		0,35%	
ELECTRE_IS	1		0,35%	
ANP	9	14	3,15%	4,90%
ANP + Fuzzy	3		1,05%	
ANP + DEMATEL	2		0,70%	
PROMETHEE	4	12	1,40%	4,20%
PROMETHEE_II	4		1,40%	
PROMETHEE_I	2		0,70%	
PROMETHEE_I + Fuzzy	1		0,35%	
PROMETHEE_II + Fuzzy	1		0,35%	
VIKOR	6	11	2,10%	3,85%
VIKOR + Fuzzy	3		1,05%	
VIKOR + AHP	2		0,70%	
DEMATEL	4	10	1,40%	3,50%
DEMATEL + Fuzzy	3		1,05%	
DEMATEL + Outra	3		1,05%	
Outras	64		22,38%	
Total	286		100,00%	

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 8 – Distribuição de artigos publicados técnica utilizada

4. Conclusões

Existem várias metodologias, técnicas e algoritmos para projetar e avaliar sistemas de energia. A análise de objetivo único não é mais uma abordagem predominante. O desenvolvimento de um sistema energético integrado torna-se complexo pois deve considerar aspectos econômicos, ambientais, sociais, institucionais e políticos. A MCDM vem sendo utilizada com maior frequência no setor energético na busca de auxiliar nesse planejamento complexo.

Foram realizadas buscas de artigos relacionados a técnicas de tomada de decisão multicritério aplicadas ao setor energético. Ao total 4.758 artigos foram encontrados, sendo 644 na IEEE, 1.641 na SD e 2.423 na Scopus. Após o processo de triagem 203 foram selecionados. Analisando a Tabela 2, tem-se que até o ano de 2004 apenas 9 artigos haviam sido publicados. Contudo, os últimos 5 anos contém 55,67% das publicações. Isso remete a aceitação das técnicas pelo setor energético. Ao total 82 periódicos foram citados e os mais relevantes foram apresentados na Tabela 4. O periódico *Energy* foi o mais relevante com 27 publicações, representando 13,30%, seguido do *Renewable and Sustainable Energy Reviews* com 25 publicações, representando 12,32%. Das publicações realizadas, 74 foram em Qualis A1 e 44 em Qualis A2 representando 58,12% das publicações. Do total de 203 artigos, 639 autores foram elencados. O autor mais relevante foi Juan Miguel Sánchez-Lozano. A maior relevância na área de aplicação foi a escolha do melhor local para instalação de geração de energia, com 25,59%. Sendo o enfoque principal a energia Eólica com 11,37%, seguido da Solar fotovoltaica com 7,58%. Na sequência, a escolha do sistema de geração foi o foco de 25,12% das publicações. Em 50,71% das aplicações deseja-se encontrar o melhor sistema de geração, ou o melhor local para a instalação de um sistema de geração. Relacionado aos tipos de geração de energia, apresentados na Tabela 6, foram encontradas 517 incidências. O enfoque principal é a geração Eólica com 18,38% dos casos, seguido da Solar fotovoltaica com 14,89%. O continente Europeu lidera as publicações com 44,83%, seguido do Asiático com 34,98%. Foram aplicadas 78 técnicas/derivações para a tomada de decisão multicritério, totalizando 286 aplicações. A técnica/derivação mais utilizada foi a AHP com 100 aplicações correspondendo a 34,97% do total.

O artigo teve como âmbito promover uma análise das técnicas utilizadas na tomada de decisão multicritério aplicadas ao setor energético. A análise possibilitou quantificar as técnicas mais utilizadas, as aplicações mais pesquisadas, os periódicos mais relevantes e tipos de geração de energia mais abordados. Por fim, este artigo servirá como base para pesquisas relacionadas a aplicação das técnicas ao setor energético Brasileiro. Como sugestões de trabalhos futuros tem-se a possibilidade de propor/desenvolver uma metodologia multicritério para a escolha do melhor local/sistema de geração de energia aplicado ao Brasil.

Referências

- ABU-TAHA, R. *Multi-criteria applications in renewable energy analysis: A literature review*. Proceedings of PICMET '11: Technology Management in the Energy Smart World (PICMET). p. 1–8, 2011.
- AZIZI, A. et al. *Land suitability assessment for wind power plant site selection using ANP-DEMATEL in a GIS environment: case study of Ardabil province, Iran*. Environmental Monitoring and Assessment, v. 186, n. 10, p. 6695–6709, 2014.
- BARP, J. L. et al. *Study on Small Wind Power Generator*. Business and Management Review, Colchester, v. 5, n. 10, p. 21–30, ago. 2016.
- GARCIA, D. S. et al. *A Feasibility Study on the Application of Photovoltaic Panels as Supplementary Power Generation for Residences in Serra Catarinense*. Business and Management Review, Colchester, v. 5, n. 10, p. 08–20, ago. 2016.

KUMAR, A. et al. *A review of multi criteria decision making (mcdm) towards sustainable renewable energy development.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 69, p. 596 – 609, 2017.

MARDANI, A. et al. *A review of multi-criteria decision-making applications to solve energy management problems: Two decades from 1995 to 2015.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 71, p. 216 – 256, 2017.

MEDEIROS, E. L. L. et al. *Three-Parameter Logistic Model (ML3): A Bibliometrics Analysis.* International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 5, n. 4, p. 128 – 134, 2018.

MENDELEY Desktop. Version 1.19.1. [S.l.]: Mendeley, 2018.

MIRAKYAN, A.; GUIO, R. D. *Integrated energy planning in cities and territories: A review of methods and tools.* Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 22, p. 289 – 297, 2013.

NAKAGAWA, E. et al. *Revisão Sistemática da Literatura em Engenharia de Software: Teoria e Prática.* Elsevier Editora Ltda., 2017.

OLIVEIRA, J. R.; KLAAR, A. C. R.; STEFENON, S. F. *Como Melhorar a Tomada de Decisão e a Gestão do Conhecimento.* Congresso Internacional "Penso Onde Sou": Conhecimentos Pertinentes Para a Educação na América Latina, v. 1, p. 277-280, Lages: Uniplac, 2016

PHILLIPS, P. J.; NEWTON, E. M. *Meta-analysis of face recognition algorithms.* Proceedings of Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition. p. 235–241, 2002.

SÁNCHEZ-LOZANO, J. M.; GARCÍA-CASCALES, M. S.; LAMATA, M. T. *Comparative TOPSIS-ELECTRE TRI methods for optimal sites for photovoltaic solar farms. Case study in Spain.* Journal of Cleaner Production, v. 127, p. 387–398, 2016.

SOUZA É. F.; FALBO, R. de A.; VIJAYKUMAR, N. L. *Knowledge management initiatives in software testing: A mapping study.* Information and Software Technology, v. 57, p. 378 – 391, 2015.

TESFAMARIAM, S.; SADIQ, R. *Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (f-ahp).* Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, v. 21, n. 1, p. 35–50, 2006.

WEI, G.; LIU, J. *A ds/ahp method for comprehensive decision-making in urban power system planning.* 2008 China International Conference on Electricity Distribution. p. 1–5, 2008.

ZHOU, P.; ANG, B.; POH, K. *Decision analysis in energy and environmental modeling: An update.* Energy, v. 31, n. 14, p. 2604 – 2622, 2006.