

ÁREA TEMÁTICA
AI – ADMINISTRAÇÃO DA INFORMAÇÃO

**UMA ANÁLISE DAS APLICABILIDADES DE MÉTODOS MULTICRITÉRIOS NO
CONTEXTO DA SEGURANÇA DA INFORMAÇÃO**

RESUMO

Este estudo tem por objetivo a apresentação de uma análise da aplicabilidade dos métodos multicritérios no contexto da segurança da informação. Empregou-se uma metodologia de natureza quantitativa e de caráter exploratório, coletando-se dados e informações de outros trabalhos realizados nessa mesma temática. Como consequência, foram selecionados 31 artigos publicados nos últimos 12 anos, utilizando-se, como base da pesquisa, bibliotecas digitais disponibilizadas pela comunidade científica nacional e internacional. Os artigos selecionados foram analisados e os dados relevantes coletados, trabalhados e sumarizados, obtendo-se como resultado uma revisão sistemática da literatura. A relevância deste trabalho tem como pilar a necessidade de se realizar uma revisão sistemática sobre a aplicação dos métodos multicritérios no contexto da segurança da informação, uma vez que a ISO 31.010:2012 apresenta como recomendação a utilização destes métodos para a identificação, análise e avaliação de riscos. O presente estudo apresenta como conclusão a identificação do crescimento da aplicação destes métodos nos últimos anos, mostrando que o continente Asiático está à frente, apresentando a maioria das publicações nesse segmento da pesquisa, frente aos demais continentes, e uma preferência pelo uso do AHP - *Analytical Hierarchy Process* e suas respectivas variações. Este trabalho contribui, portanto, para o entendimento e a discussão do tema associado aos métodos multicritérios, expandindo o conhecimento e incentivando a adoção destes métodos como boa prática a ser utilizada no processo de avaliação de riscos de segurança da informação.

Palavras-Chave: Segurança da Informação; MCDM; MCDA.

ABSTRACT

This study aims to present an analysis of multicriteria methods applicability in the context of information security. A quantitative and exploratory nature methodology was used, collecting data and information from other studies carried out in this same theme. As a consequence, 31 articles published in the last 12 years were selected, using digital libraries made available by the national and international scientific community as the basis of the research. The selected articles were analyzed and the relevant data collected, worked and summarized, resulting in a systematic review of the literature. The relevance of this work has as its main the need to carry out a systematic review on the application of multicriteria methods in the context of information security, since ISO 31.010:2012 presents as a recommendation the use of these methods for the identification, analysis and evaluation of risks. The present study presents as conclusion the growth identification application of these methods in recent years, showing that the Asian continent is ahead, presenting the majority of publications in this research segment, compared to the other continents, and a preference for the AHP - *Analytical Hierarchy Process* method and its respective variations. This work contributes, therefore, to the understanding and discussion of the theme associated with multicriteria methods, expanding knowledge and encouraging these methods adoption as a good practice to be used in the process of assessing information security risks.

Keywords: Cybersecurity; MCDM; MCDA.

1. INTRODUÇÃO

A informação é um ativo de extrema importância para as organizações e grandes corporações, principalmente quando se encontra em um ambiente de extrema criticidade e desafios constantes. Isso faz com que as organizações necessitem cuidar cada vez mais desses ativos, visando garantir a integridade, a disponibilidade e a confidencialidade dessas informações (MOHYEDDIN e GHARAEI, 2014).

As empresas têm adotado cada vez mais a tecnologia da informação em seu dia a dia, utilizando-se de diversas ferramentas disponibilizadas neste meio, o que tem contribuído para o aumento significativo dos seus resultados de eficiência operacional (Muhammad et al., 2014). Isso significa que houve uma diminuição de erros e custos por parte da organização, obtendo-se, portanto, uma melhoria no atendimento ao cliente final, resultando na melhoria nos lucros (PEDRIALI ET AL, 2020).

Proporcionalmente ao crescimento de usuários da Internet e o desenvolvimento dessa tecnologia nas organizações, verificou-se também o crescimento de novos tipos de crimes, denominados crimes cibernéticos. Os crimes cibernéticos dominam as infrações verificadas nesse tipo de conectividade, afetando sobremaneira o processo de troca de informações proporcionada pela Internet, aspecto tão fundamental na vida e na sobrevivência das organizações (KLYMENKO ET. AL, 2020).

No processo de tomada de decisão envolvendo riscos cibernéticos é comum haver diversas variáveis ou critérios que devem ser analisados e estruturados. Isso caracteriza uma forma de tomada de decisão multicritérios, exigindo métodos próprios para auxiliar nesta resolução (SYAMSUDDIN e HWANG, 2010). Por exemplo, a norma ISO 31.010:2012¹ destaca que métodos de decisão multicritérios são extremamente aplicáveis na identificação, análise e avaliação de riscos (ABNT, 2012).

A própria ISO 31.010:2012 destaca que a utilização dos métodos multicritérios tem como objetivo produzir uma ordem de preferência de criticidade dentre as alternativas e, para isso, utiliza uma série de critérios a serem avaliados, auxiliando os gestores a elaborar um plano de gestão de riscos. Esses métodos apresentam como vantagem: fornecer uma forma simples para a tomada de decisão; transformar o problema em mais gerenciável diminuindo a complexidade e auxiliando a análise de custo-benefício; auxiliar a encontrar um ponto ótimo de acordo sempre que houver divergência entre as partes interessadas (ABNT, 2012).

O objetivo deste estudo é avaliar e identificar a aplicação de Métodos Multicritérios no âmbito da Segurança da Informação, e em temas associados como *Cloud Computing*, Infraestrutura de TI, Segurança de software e Riscos Organizacionais. Este trabalho foi elaborado a partir da revisão sistemática e um mapeamento de artigos divulgados e identificados nesses temas.

O trabalho está organizado e estruturado da seguinte maneira: na Seção 2 são apresentados os Métodos Multicritério, na seção 3 a Metodologia, na Seção 4

¹ A norma ISO/IEC 31010 foi criada para definir as boas práticas para a aplicação de técnicas para o processo de avaliação e análise de riscos. Essa norma foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Gestão de Riscos - ABNT/CEE-63- essa comissão de estudo tem como representantes e integrantes de partes interessadas dos setores envolvidos, podendo ser citados: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros)

são apresentados os Resultados e por fim, porém não menos importante, a Seção 5 onde são apresentadas a Discussão e as Considerações Finais.

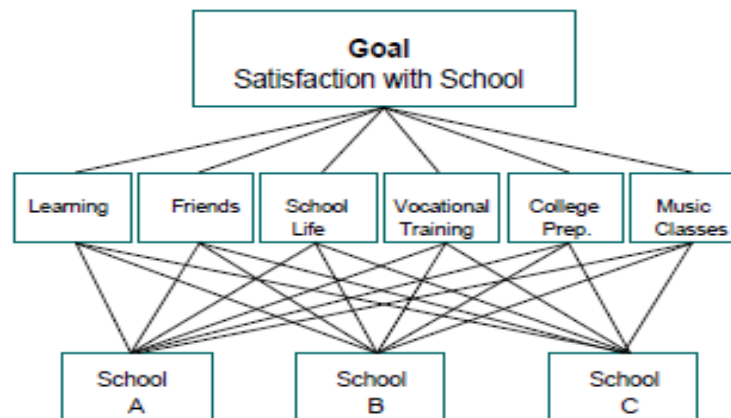
2. MÉTODOS MULTICRITÉRIOS (MCDM - *MULTIPLE-CRITERIA DECISION ANALYSIS*)

Longaray *et al.* (2016) afirma que uma das formas de auxiliar o processo de tomada de decisão é a utilização dos Métodos de Decisão Multicritérios (MCDM). Esses métodos auxiliam na avaliação das alternativas que estão disponíveis para a escolha em um cenário em que envolva múltiplas variáveis. Esses métodos auxiliam a tornar os problemas mais estruturados, melhorando o entendimento e facilitando o processo de tomada de decisão.

A ISO 31.010:2012 destaca que o objetivo de um método multicritério para realizar uma gestão de risco é utilizar uma faixa de critérios para avaliar uma gama de alternativas e, dessa forma, elencar uma ordem de preferência entre as alternativas a serem analisadas como objetivo global.

Um exemplo clássico de uso de MCDM é apresentado em (SAATY, 2006) que demonstra a aplicação do AHP - *Analytic Hierarchy Process*. A Figura 1 exemplifica a estrutura de um problema clássico de MCDM, que tem como objetivo realizar a classificação e escolha de qual seria a melhor Escola. A estrutura de decisão começa com um objetivo chamado “Satisfação com a Escola” que se subdivide em vários critérios em um segundo nível. Esses critérios são avaliados por especialistas e estão ligados às alternativas a serem escolhidas, no caso as escolas A, B ou C.

Figura 1. A Hierarquia de Escolha da Escola



Fonte: Saaty, 2006.

Em seguida, a estrutura é transformada em uma matriz multidimensional, contendo os pesos dos critérios e as avaliações dos especialistas para cada critério em sua respectiva Escola, visando a realização do cálculo de classificação e a escolha da melhor escola, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2. A Hierarquia da Escolha da Escola como Supermatriz

	Goal	Learning	Friends	School life	Vocational training	College preparation	Music classes	A	B	C
Goal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Learning	0.32	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Friends	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
School life	0.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vocational training	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
College preparation	0.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Music classes	0.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternative A	0	0.16	0.33	0.45	0.77	0.25	0.69	1	0	0
Alternative B	0	0.59	0.33	0.09	0.06	0.5	0.09	0	1	0
Alternative C	0	0.25	0.34	0.46	0.17	0.25	0.22	0	0	1

Fonte: Saaty, 2006.

A Tabela 1, mostrada a seguir, apresenta alguns dos principais métodos de decisão multicritérios que foram identificados durante a revisão sistemática.

Tabela 1 – Métodos de decisão multicritérios

AHP - Analytic Hierarchy Process	MCDM que se apresenta como uma alternativa para cálculos com critérios tangíveis e intangíveis, baseado na avaliação e julgamento de especialistas em um determinado assunto (SAATY, 2000)
ANP - Analytic Network Process	MCDM que representa uma generalização do AHP, o qual considera a dependência entre os elementos da hierarquia. Todas as avaliações são estabelecidas da mesma maneira que no processo do AHP por meio do julgamento dos especialistas (SAATY 2006).
TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution	MCDM que tem como objetivo realizar a escolha da solução ideal por meio de critérios a serem avaliados por um conjunto de especialistas (HWANG e YOON, 1981).
DEMATEL - Decision Making Trial and Evaluation Laboratory	MCDM que se baseia na teoria dos grafos, a qual avalia efetivamente as relações existentes, construindo um mapa entre os sistemas (FONTELA e GABUS, 1976), (GABUS e FONTELA, 1972).
BWM - Best-Worst Method	MCDM que tem como objetivo escolher a melhor e a mais importante alternativa, assim como a pior e menos importante

	alternativa, dentre o universo de alternativas existentes (REZAEI, 2015).
Choquet Integral	MCDM que tem como objetivo a realização de uma agregação dos critérios. Esse método realiza uma combinação dos escores de acordo com o uso de uma abordagem <i>fuzzy</i> . Este MCDM é muito indicado para problemas de natureza quantitativa (SMOLÍKOVÁ,2000), (GRABISCH, 2000).
Métodos Híbridos	MCDM que procura extrair a parte vantajosa de um método, agregando-a integralmente ou parcialmente em outros métodos, criando uma metodologia única de caráter híbrido, com resultados interessantes (SINGH ET. AL, 2020), (TARIQ ET. AL. 2020).

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa aplicada, com objetivos descritivos e exploratórios que, sob o ponto de vista da forma, explora os aspectos quantitativos e qualitativos. O trabalho envolveu a realização de uma revisão bibliográfica sistemática, com o objetivo de levantar dados para analisar a utilização de métodos multicritérios no contexto da Segurança da Informação.

De acordo com Kitchenham e Charters (2007) ao se realizar uma revisão sistemática tem-se como propósito elaborar levantamentos, avaliações e interpretações da literatura relevante a partir de uma pergunta ou questão a ser respondida por uma determinada área de interesse. Os principais objetivos de se realizar uma revisão sistemática são: definir uma sumarização dos estudos já existentes e que possuem uma correlação com o tema em questão; realizar o levantamento das lacunas de estudos onde não existem estudos para construção de trabalhos futuros; e, elaborar um embasamento teórico dos estudos primários.

Esta pesquisa procurou analisar dados secundários, com uma abordagem de explorar o que já foi construído. Nesse sentido, a revisão sistemática realizada neste trabalho procurou analisar artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais a respeito da aplicação dos métodos multicritérios no contexto da segurança da informação. A coleta desses artigos foi realizada em um período de cinco meses, abrangendo os meses de abril a agosto de 2020.

Para realização desta revisão sistemática, foi utilizada a metodologia baseada no roteiro de Tranfield et. al (2003), o qual divide a revisão bibliográfica em 3 passos principais: 1. Planejamento da revisão bibliográfica; 2. Realização da revisão; 3. Geração de relatórios e divulgação.

No primeiro passo, verifica-se a necessidade da revisão sistemática sobre o assunto desejado, seguida do planejamento da revisão e o protocolo da revisão sistemática. No segundo passo realiza-se a coleta dos artigos, a avaliação dos artigos, a coleta dos metadados e a síntese dos artigos. No passo final, escreve-se o

relatório para divulgação do trabalho e para a identificação de evidências práticas do que está sendo aplicado.

Neste trabalho o primeiro passo da pesquisa foi levantar a seguinte questão: “Como tem sido a utilização de métodos multicritérios para avaliação de riscos de segurança da informação?”. Posteriormente, foi elaborado um planejamento dos passos que deveriam ser seguidos para a realização da revisão sistemática, envolvendo os locais onde seriam realizadas as buscas a partir das respectivas palavras chaves e quais seriam as áreas de concentração dos artigos.

O segundo passo consistiu na busca de artigos publicados em diversas bases de dados disponíveis para consulta, tais como bases de dados de congressos e revistas, registros em bibliotecas digitais como *ScienceDirect*, IDEAS REPEC, *Semantic scholar*, IEE Explore, DOAJ, Scopus, arxiv, e, *Computers & Applied Sciences Complete*.

A busca foi realizada por meio da combinação de uma ou mais palavras chaves como: MCDM; *Information Security*; *Risks*; *Cyber Security*; *Multicritéria*; *Multi-critéria*; *Softwares*; *Computing*; *Cyberphysical*. Essas palavras foram inseridas nas buscas das bibliotecas digitais, tendo sido selecionados 31 artigos que atenderam os critérios escolhidos e correlatos com o tema do estudo.

Em seguida, ainda no segundo passo, foi realizada mais uma avaliação dos artigos coletados através de seus resumos onde, novamente, foi realizada uma triagem e análise de correlação do artigo com o tema proposto, sendo coletados artigos dos últimos 12 anos. Ainda neste segundo passo houve a classificação dos artigos, por data, agrupamento por área de aplicabilidade, coleta de metadados e síntese dos artigos, sendo que os mais recentes tiveram prioridades nas análises e os artigos mais antigos foram descartados.

O terceiro e último passo consistiu na análise dos dados. Nesta fase os dados foram trabalhados e manipulados para gerar as informações necessárias para identificar como estão sendo utilizado os métodos multicritérios no contexto da segurança da informação. Posteriormente uma discussão do que foi encontrado foi realizada e presente na elaboração do presente artigo, visando à divulgação dos resultados obtidos.

4. RESULTADOS

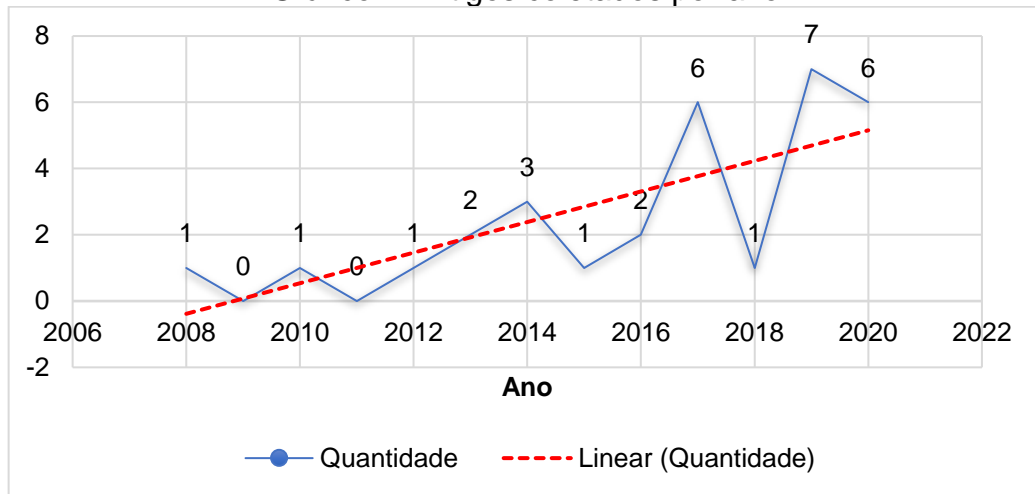
Nesta seção serão exibidos, discutidos e abordados os resultados encontrados por este trabalho.

4.1 Distribuição dos artigos por ano

O Gráfico 1 mostra o resultado da distribuição dos artigos por ano, de janeiro de 2008 a maio de 2020, onde se observa que nos últimos dois anos houve um aumento significativo da aplicação de métodos multicritérios para análise, classificação de riscos e escolha de soluções baseado em critérios voltados para a segurança da informação.

Este mesmo gráfico também mostra a tendência de crescimento por meio da reta em vermelho, resultado de processo de regressão dos dados.

Gráfico 1. Artigos coletados por ano

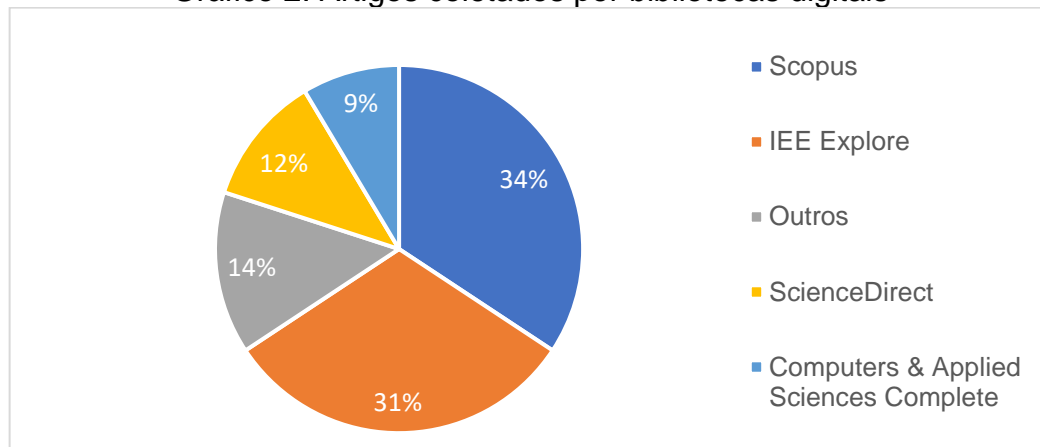


Fonte: Elaborado pelos autores 2021.

4.2 Artigos coletados por bases de dados

O Gráfico 2 mostra a distribuição dos artigos coletados e analisados por bibliotecas digitais. Como pode ser observado, as bibliotecas digitais que mais forneceram artigos foram a *Scopus* com 34%, seguida pela *IEEExplore* com 31%. Juntas, essas duas bibliotecas digitais somam mais do que a metade dos artigos selecionados. Em seguida, aparecem a *ScienceDirect* e a *Computers & Applied Science Complete* com 14% e 9, respectivamente. Outras bibliotecas digitais somam 14%.

Gráfico 2. Artigos coletados por bibliotecas digitais



Fonte: Elaborado pelos autores 2021.

4.3 Artigos selecionados por país e continente

A Tabela 2 consolida a relação de artigos selecionados por continente e país. Nela, é possível verificar que a Ásia é responsável pela maioria das publicações possuindo uma ampla vantagem em comparação com outros continentes. Em seguida aparece o continente americano com ênfase na América do Norte e o Europeu. África e Oceania não forneceram publicações.

Também é possível verificar na Tabela 2 que a Índia tem sido um grande protagonista em publicações desses artigos, fornecendo um número bem maior de publicações quando comparado até mesmo em relação a outros continentes.

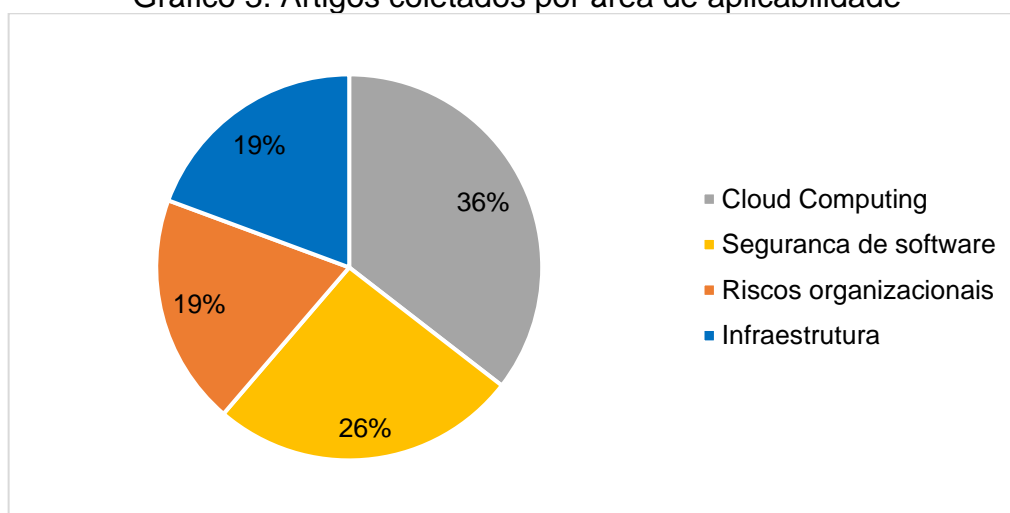
Tabela 2. Relação de artigos selecionados por país e continente

Continente	Total por continente	País	Quantidade
Ásia	25	Índia	8
		Coreia do Sul	5
		China	4
		Paquistão	3
		Outros	5
América	4	Estados Unidos	2
		Canadá	1
		Colômbia	1
Europa	2	França	1
		Lituânia	1

4.4 Artigos coletados por área de aplicabilidade e por ano

De acordo com o Gráfico 3, pode se perceber que existe uma tendência da aplicação dos métodos multicritério em outras áreas correlatas à segurança da informação.

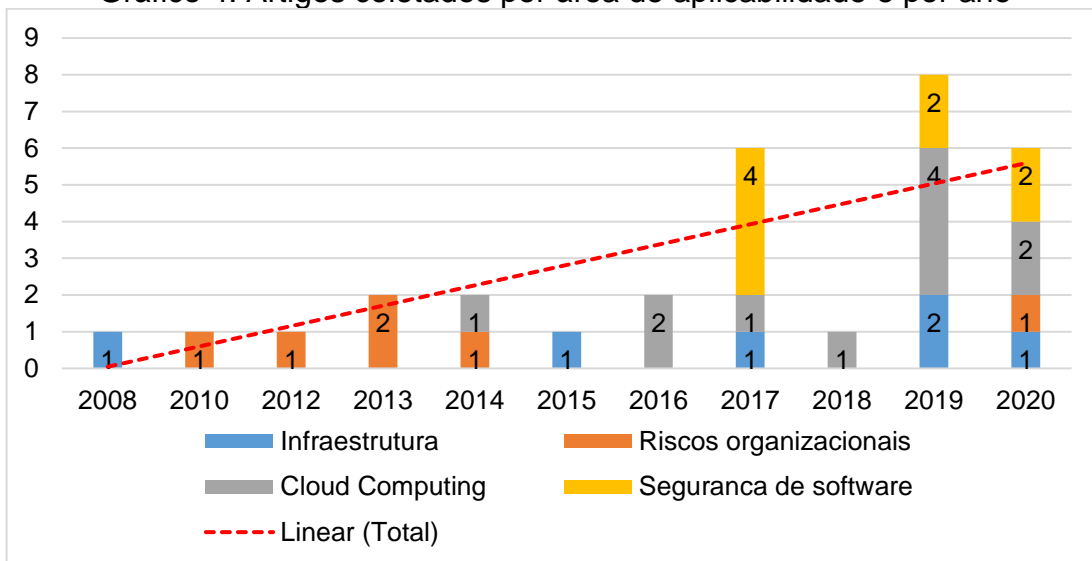
Gráfico 3. Artigos coletados por área de aplicabilidade



Fonte: Elaborado pelos autores 2021.

De acordo com o Gráfico 4, é possível constatar o crescimento da aplicação dos métodos multicritérios ao longo dos anos por área de aplicabilidade. É possível ver esse crescimento principalmente em temas como *Cloud Computing* e Segurança de software de 2017 até 2020. Já nos primeiros anos temos um destaque para riscos organizacionais enquanto Infraestrutura se mantém distribuído ao longo dos anos.

Gráfico 4. Artigos coletados por área de aplicabilidade e por ano

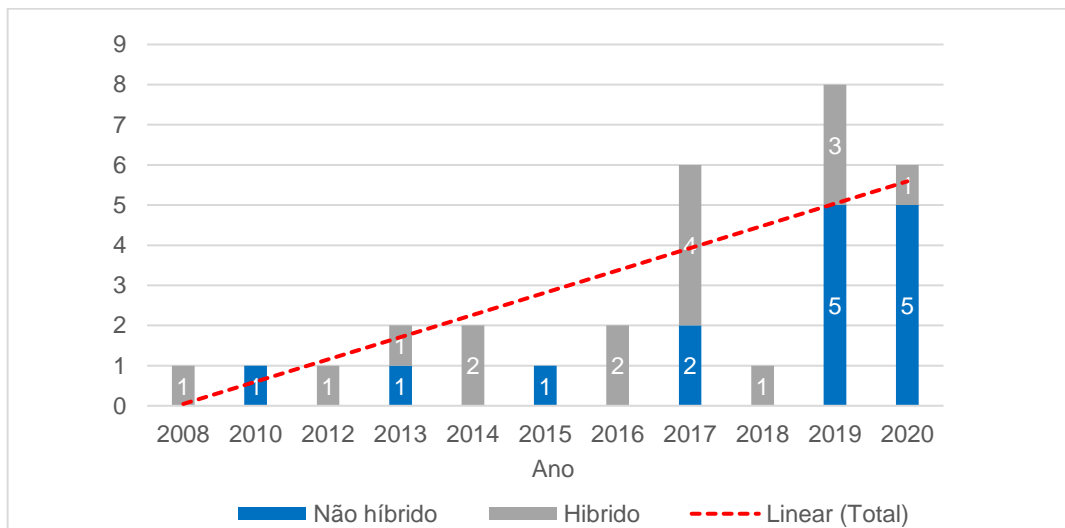


Fonte: Elaborado pelos autores 2021.

4.5 Artigos que utilizaram a metodologia híbrida e não híbrida por ano

O Gráfico 5 mostra a distribuição das aplicações dos métodos multicritério entre híbridos e não híbridos de acordo com o passar dos anos. É possível observar um equilíbrio entre as duas formas, sendo que a abordagem híbrida se apresenta com mais frequência ao passar dos anos enquanto a não-híbrida cresce nos últimos anos.

Gráfico 5. Artigos coletados por metodologia usada ao longo dos anos



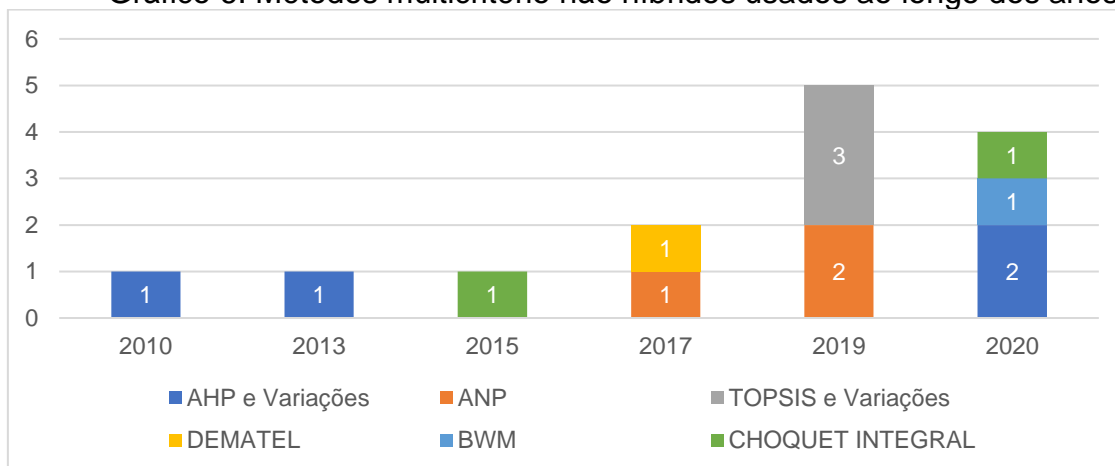
Fonte: Elaborado pelos autores 2021.

4.6 Escolhas de Métodos multicritério não híbrido por ano.

O Gráfico 6 mostra que a distribuição entre as escolhas de métodos multicritério não híbridos se apresenta de forma variável. O que se pode perceber é a utilização do ANP - *Analytic Network Process* - Processo de Rede Analítica, TOPSIS - *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* - Técnica para Ordem de Preferência por Similaridade como a solução Ideal e o uso de

Integrais *Choquet* como escolha de método multicritério. Entretanto, o AHP - *Analytic Hierarchy Process* - Processo de Hierarquia Analítica também aparece como tendência, caso se contabilize suas variações como a *Fuzzy-AHP* e T-AHP, sendo que o mesmo acontece com o TOPSIS, caso se contabilize sua variação *Fuzzy-TOPSIS*.

Gráfico 6. Métodos multicritério não híbridos usados ao longo dos anos

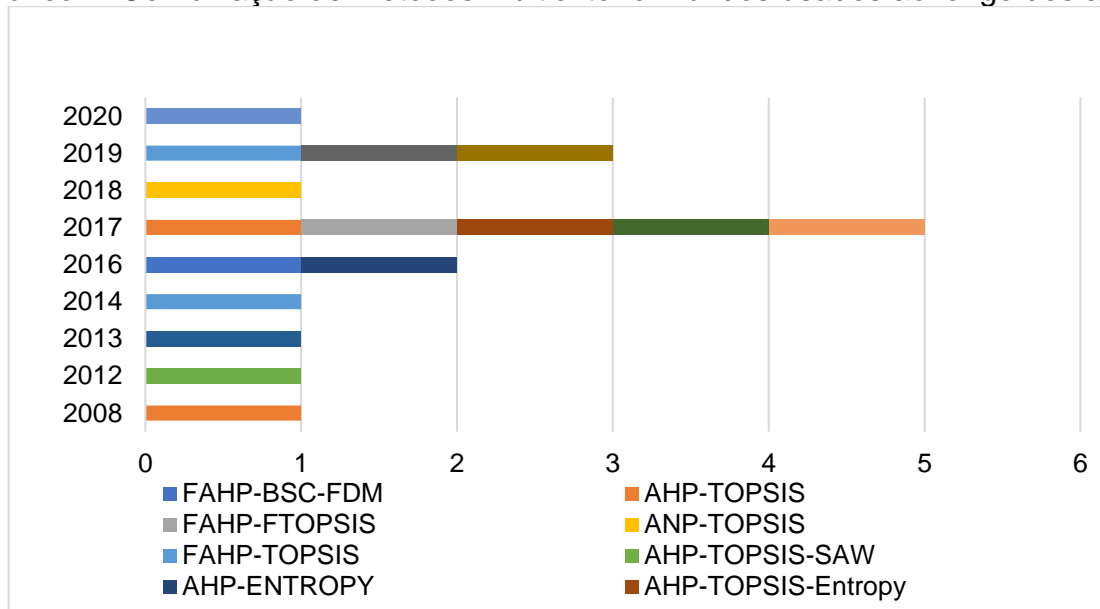


Fonte: Elaborado pelos autores 2021

4.7 Escolhas de combinação de métodos multicritério híbrido por ano

O Gráfico 7 apresenta o resultado com as principais combinações de método multicritério aplicados de forma híbrida, onde a FAHP-TOPSIS e AHP-TOPSIS aparecem mais de uma vez nas preferências dos autores.

Gráfico 7. Combinação de métodos multicritério híbridos usados ao longo dos anos



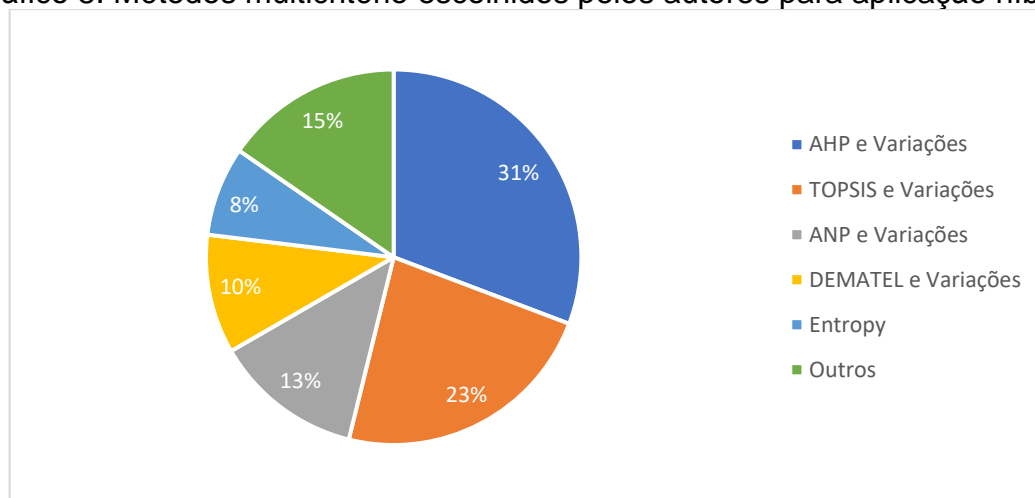
Fonte: Elaborado pelos autores 2021

4.8 Escolha de métodos multicritério para aplicação híbrida.

Baseado no tópico anterior, o Gráfico 8 mostra um aprofundamento nas escolhas de método multicritério pelos autores para combinar com mais métodos, visando à composição da metodologia híbrida. É possível se observar uma

tendência para a escolha entre o TOPSIS e o AHP, seguido pelo *Fuzzy AHP*, ANP e DEMATEL.

Gráfico 8. Métodos multicritério escolhidos pelos autores para aplicação híbrida

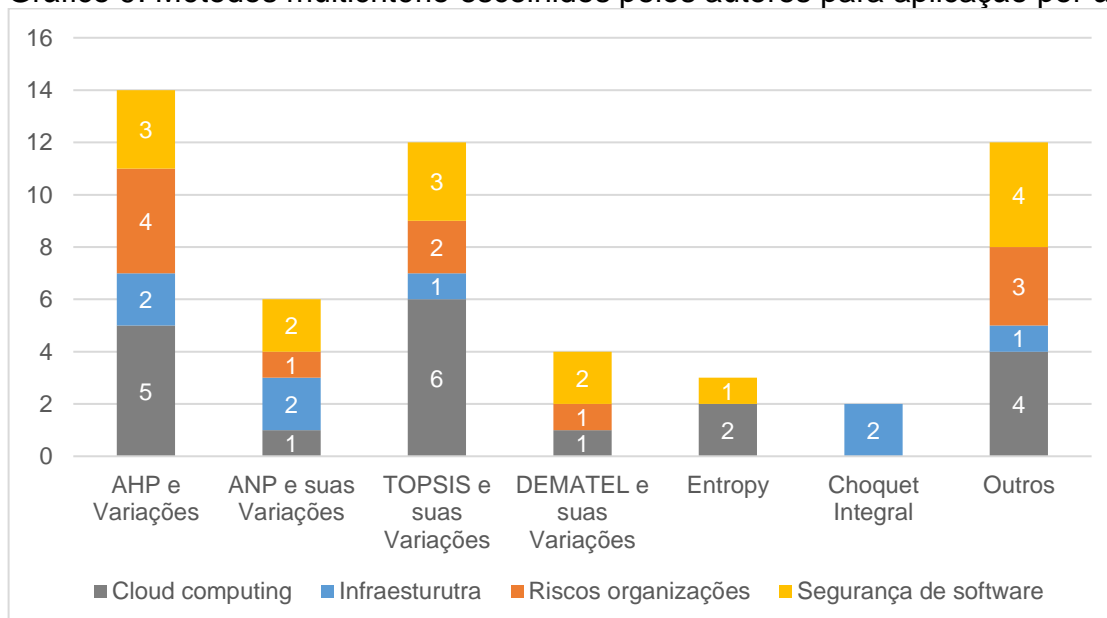


Fonte: Elaborado pelos autores 2021

4.9 Escolha de métodos multicritério Híbrido por área de aplicabilidade

O Gráfico 9 apresenta o resultado da escolha de método multicritério por área de aplicabilidade. O método AHP e suas variações, juntamente com TOPSIS, se destacam por serem abordados no tema de *Cloud Computing*, enquanto nas demais áreas existe quase uma equivalência entre as escolhas dos métodos.

O Gráfico 9. Métodos multicritério escolhidos pelos autores para aplicação por área



Fonte: Elaborado pelos autores 2021

5 DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os 31 artigos que foram selecionados e tiveram seus metadados coletados e processados mostraram que nos últimos 12 anos têm crescido a aplicação dos métodos multicritério.

Esse fato pode ser verificado por meio dos Gráficos 1, 4 e 5, os quais mostram que os dois últimos anos da análise apresentam um incremento bastante significativo quando comparados com os primeiros anos. É possível perceber ainda que nos primeiros anos da análise, compreendidos pelo período de 2008 a 2016, houve uma consistência de um ou dois artigos publicados por ano sobre o tema. Já no ano de 2017 verificou-se um incremento bastante significativo, tendo sido publicados 6 artigos, voltando-se, no ano de 2018, ao padrão dos primeiros anos. Nos dois últimos anos, compreendendo o ano de 2019 até o mês de abril de 2020, foram publicados 8 e 6 artigos, respectivamente, voltando a se verificar um incremento significativo.

A constatação desse incremento na utilização dos métodos multicritérios também podem ser observada ao se analisar a reta de linearidade, obtida por meio de uma regressão linear traçada em vermelho nos Gráficos 1, 4 e 5. O coeficiente de correlação mostra esse incremento ao apresentar um valor de R equivalente a 0,75. Segundo (Cohen, 1998), esse valor de R mostra uma correlação considerada elevada ($\geq 0,5$).

Ao se analisar os trabalhos divulgados e coletados a partir de um nível regionalizado, por exemplo, o nível de publicações por continente, percebe-se que a Ásia apresenta um número muito superior de publicações, frente os outros continentes. O continente asiático apresentou aproximadamente 81% dos trabalhos realizados e publicados, enquanto o continente americano e europeu apresentaram aproximadamente 13% e 2%, respectivamente. O continente Africano e a Oceania não apresentaram publicações.

As análises mostram que a Índia obteve aproximadamente 25% das publicações, enquanto a Coreia do Sul aproximadamente 16% e a China aproximadamente 13%. Importante ressaltar que a soma desses três países são responsáveis por mais de 50% dos trabalhos publicados. Na América do Sul, a Colômbia foi o único país a apresentar um trabalho nesse tema.

Esses dados mostram um desequilíbrio deste tipo de pesquisa entre os diversos países e continentes principalmente se forem analisados no contexto da América Latina, onde se verifica que nem o Brasil e nem a Argentina, os maiores países da América do Sul, não obtiveram publicações e trabalhos divulgados nesse tema.

A análise de artigos coletados por base de dados, apresentada no Gráfico 2, mostrou que a Scopus lidera com a maior contribuição de artigos, ou seja, 34% dos trabalhos frente às demais bases de dados consultadas, possuindo, portanto, mais de um terço da colaboração para este tema. Como a Scopus foi responsável pela maioria dos artigos, alguns deles se apresentaram não somente na base de dados da Scopus, mas também em outras bases de dados, destacando-se os trabalhos de Venkataramanan e Hahn (2020) na *IEEE Explore*, Singh et. Al (2020) na *ScienceDirect*, Kumar et Al (2017) e, também, Zhang (2015) na *Computers & Applied Sciences Complete*.

O trabalho também mostrou, por meio da Gráfico 3, que os métodos multicritério tem sido aplicados em diversos ramos da atividade econômica que necessitam tratar do tema Segurança da Informação como prioridade, destacando-se os temas de *Cloud Computing*, Infraestrutura, Segurança de Software e Riscos Organizacionais.

A segurança da informação em *cloud computing* tem ganhado grande relevância nos últimos anos, uma vez que sua utilização expõe dados e processamentos no ambiente de nuvem. Essa relevância pode ser verificada por

meio da análise dos resultados da aplicação dos métodos multicritérios no contexto da *cloud computing*, em especial nos últimos dois anos, conforme mostra o Gráfico 5.

O Gráfico 5 mostra ainda a aplicação de métodos multicritérios voltados para o tema de Segurança de Software, o qual também apresenta um crescimento relevante nos últimos anos, mostrando que a segurança dos softwares desenvolvidos tem sido objeto de preocupação dos autores. Outros temas também se apresentaram durante a coleta de artigos, no entanto, eles se mostraram bastante distribuídos ao longo dos anos, porém cabe destacar que não se verificou picos de crescimento. Dentre esses temas, destaca-se a aplicação de métodos multicritérios para a avaliação de Riscos Organizacionais e para a Segurança da Infraestrutura de Software.

Quanto à forma de aplicação dos métodos multicritérios, pôde-se observar que ao longo dos anos, os autores têm aplicado de forma bem distribuída os métodos multicritérios híbridos. Isto significa que os autores utilizaram funcionalidades e particularidades de cada método, formando um método próprio. O Gráfico 6 mostra, entretanto, que nos dois últimos anos, a utilização de métodos multicritérios não híbridos se apresentou com cinco trabalhos em cada ano, mostrando uma elevação significativa de artigos sobre o tema.

Ao longo dos anos é possível realizar uma análise da escolha de métodos multicritérios não híbridos. Por meio do Gráfico 6, verificou-se que o AHP e suas variações têm sido os mais escolhidos pelos autores ao longo dos anos, ganhando destaque no último ano de 2020. Já o método multicritério TOPSIS cresceu no ano de 2019, apresentando um pico de crescimento no final do ano. É importante destacar que no mesmo ano de 2019 o método ANP destacou-se, pontuando com dois artigos. Este método é uma generalização do AHP, ambos desenvolvidos por Thomas Saaty (Saaty 2000, 2006).

O Gráfico 7 mostra que os únicos métodos híbridos que apresentam repetição de uso são os métodos multicritério híbridos AHP-TOPSIS e FAHP-TOPSIS, com dois artigos cada um. Curiosamente, o segundo método o FAHP é uma variação do AHP, utilizando-se de lógica *Fuzzy*, o qual tem sido muito comum nas escolhas dos autores.

Ao se analisar a escolha de métodos multicritérios para aplicação em metodologias híbridas, verifica-se por meio do Gráfico 8 que o método AHP e suas variações, quando unificados, representam o grande destaque. O AHP e suas variações apresentaram uma liderança isolada em relação aos demais métodos com doze escolhas, enquanto TOPSIS e suas variações apresentaram nove. Somente esses dois conseguem atingir mais de 50% das escolhas e preferências dos autores pela aplicação dos métodos multicritérios.

Verificando-se os estudos que utilizaram o método multicritério AHP em uma aplicação híbrida percebe-se claramente o motivo da escolha no método AHP. Esse método multicritério se utiliza de comparações pareadas, permitindo a realização do cálculo de consistência dos pesos dos critérios, o qual deve apresentar um valor menor do que 10%.

Isso significa que se os pesos dos critérios apresentarem valores de inconsistência menor que 10% os critérios são aceitos, trazendo assim maior confiabilidade e precisão nos resultados. Desta forma, os autores têm procurado aplicar esse método somente para obter os pesos dos critérios e em seguida estes pesos são aplicados a outro método multicritério. Esse fator tem sido muito bem avaliado por autores e pesquisadores dessa área (Saaty 2000, 2006).

Ao analisarmos a aplicação do método multicritério TOPSIS é possível identificar que sua aplicação referente aos temas abordados, abrange cerca de 50% para *Cloud Computing*, apresentando, assim, um destaque frente aos outros temas, seguido por Segurança de Software, Riscos Organizacionais e Infraestrutura, conforme mostra o Gráfico 9.

Para o método ANP, é possível se verificar uma boa distribuição entre as escolhas, segmentadas por tema, assim como o DEMATEL e suas variações. Isso significa que não houve destaque na utilização destes métodos por algum tema específico, diferentemente do método *Choquet Integral*, cujo uso se voltou exclusivamente para o tema da Infraestrutura.

Os dados coletados mostram um forte crescimento do uso dos métodos multicritério no continente Asiático nos últimos anos, no entanto, os resultados mostraram também a ausência de publicações de artigos no continente Africano e na Oceania, bem como o péssimo desempenho da América do Sul.

A identificação da ausência de artigos que tratam da utilização dos métodos multicritérios na América do Sul, visando a avaliação dos riscos em segurança da informação nos diversos temas de interesse, leva à reflexão sobre como deve estar a gestão de riscos e a segurança da informação das organizações em nosso continente. Será que as organizações estão realmente realizando a avaliação de riscos de forma consistente no nosso continente? Quais seriam os motivos pelos quais os autores e pesquisadores do continente sul-americano não têm dado a importância necessária na utilização destes métodos que se mostram tão eficientes no continente asiático?

6 REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas E Técnicas Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos: ISO/IEC 31010, 2012.

Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, Second Edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1998.

Fontela E, Gabus A. *The Dematel Observer*. Battelle Geneva Research Center, Geneva, 1976.

Gabus A, Fontela E. *World Problems, an Invitation to further thought within the framework of DEMATEL*. Battelle Geneva Research Center, Geneva, 1972.

Grabisch M. A graphical interpretation of the Choquet integral, *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 8, no. 5, pp. 627–631, 2000.

Hwang, C.L.; YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, New York, 1981.

Klymenko, Olga A.; Gutsaliuk, Mykhailo V.; Savchenko, Andrii V. Combater o cibercrime como pré-requisito para o desenvolvimento da sociedade digital. *JANUS.NET eJournal of International Relations*, Vol. 11, N.º 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26619/1647-7251.11.1.2>. Acesso em: mai.2020.

Kumar R. R., Mishra S., Kumar C. Prioritizing the solution of cloud service selection using integrated MCDM methods under Fuzzy environment. *The Journal of Supercomputing*. 73. 1-31. 10.1007/s11227-017-2039-1, 2017.

Mohyeddin, M.; Gharaee, H. FAHP-TOPSIS risks ranking models in ISMS. 7th International Symposium on Telecommunications, IST 2014. 879-882. 10.1109/ISTEL.2014.7000827, 2014.

Muhammad, M. Hasan, H.; Fiah, F. M.; Nor, A. M. Effective communication systems for Malaysian logistics industry. *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, v. 130, p. 204–215, 2014.

Pedriali, D., Arima, C. H., & Piacente, F. J. Information security in Logistics 4.0: a bibliometric study. *Research, Society and Development*, 9(2), e38921949. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1949>. Acesso em: jun. 2020.

Rezaei, J. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57, 2015.

Saaty T. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*, ser. AHP series. RWS Publications, 2000.

Saaty, T. The analytic network process. *Decis. Mak. with Anal. Netw. Process (International Ser. Oper. Res. Manag. Sci., vol. 95, pp. 1–26, 2006.*

Serrai, W., Abdelli, A., Mokdad, L., Serrai, A. Dealing with user constraints in MCDM based web service selection. 158-163. 10.1109/ISCC.2017.8024522, 2017.

Singh S., Misra S. C., Kumar S. Identification and ranking of the risk factors involved in PLM implementation. *International Journal of Production Economics*, Volume 222, 2020, 107496, ISSN 0925-5273, 2020.

Syamsuddin I.; Hwang J. A New Fuzzy MCDM Framework to Evaluate E-Government Security Strategy. 4th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, 2010.

Syamsuddin I. Multicriteria Evaluation and Sensitivity Analysis on Information Security. *International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 69–No.24, 2013.*

Tariq, M., Ahmed, S., Memon, N., Tayyaba, E. Dr. S., Ashrf, M., Nazir, M., Jalbani, D. Prioritization of Information Security Controls through Fuzzy AHP for Cloud Computing Networks and Wireless Sensor Networks. *Sensors*. 20. 1-39. 10.3390/s20051310, 2020.

Tranfield, D., Denver, D.; Smart P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, Vol. 14. 207-222, 2003.

Velte, A. T.; Velte, T. J.; Elsenpeter, R. Computação em Nuvem: uma abordagem prática. 1ª Edição, Rio de Janeiro, Alta Books, 2011.

Venkataramanan V.; Hahn A. CP-SAM: Cyber-Physical Security Assessment Metric for Monitoring Microgrid Resiliency. IEEE Transactions on Smart Grid, Volume: 11, Issue: 2, 2020.

Zhang, Yu Research on the computer network security evaluation based on the DHFHCG operator with dual hesitant fuzzy information. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems. 28. 199-204. 10.3233/IFS-141290, 2015.