

**V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA
7 a 9 de dezembro de 2022**

() CONSÓRCIO MESTRAL (CM) - 10 a 13 páginas

(x) CONSÓRCIO DOUTORAL (CD) – 12 a 15 páginas

() FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA (FPSP) - 6 a 10 páginas

**MÉTODO MULTICRITÉRIO DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM GRUPO
BASEADO EM HESITANT FUZZY VIKOR PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES**

***MULTICRITERIA GROUP DECISION-MAKING BASED ON HESITANT FUZZY
VIKOR FOR SUPPLIER SELECTION***

Mery Ellen Brandt de Oliveira

Doutoranda em Gestão da Informação
Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
 0000-0003-2558-8261 E-mail: mesbrandt@ufpr.br

José Marcelo Almeida Prado Cestari

Pós-Doutor
Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
 0000-0002-6422-1609 E-mail: cestari@ufpr.br

Resumo: Apesar do número crescente de proposições de métodos de apoio à decisão, a cada dia surgem novos fatores que precisam ser levados em conta ao se tomar decisões, como no caso de organizações que utilizam a gestão por projetos. A questão proposta a ser respondida é: como selecionar fornecedores quando há diversos decisores envolvidos, porém os fornecedores são avaliados por diferentes subgrupos dentre esses decisores? Para solucionar esse problema este trabalho tem por objetivo propor um método multicritério de apoio à tomada de decisão em grupo (MCGDM) baseado no *Hesitant Fuzzy* VIKOR (HFVIKOR) que permita que cada fornecedor seja avaliado por diferentes números de decisores. A pesquisa iniciará com uma revisão sistemática de literatura tendo por tema os métodos MCGDM baseados no *Hesitant Fuzzy*. Como resultado os métodos já propostos, suas características, bem como as lacunas de pesquisa existentes e inferidos nos artigos após análise serão identificados. Na sequência será proposto o método capaz lidar com o problema de haver diferentes quantidades de avaliadores para cada fornecedor. Além disso, o método utilizará o *Hesitant Fuzzy*, que permite ao decisor utilizar um ou mais termos para avaliar a alternativa em caso de dúvida ou hesitação entre as opções apresentadas. A estabilidade do método proposto será avaliada a partir da modelagem, aplicação do método em uma situação real e da simulação de diversos cenários. Além disso, propõe-se comparar resultados obtidos com métodos semelhantes para validar os resultados. Este estudo pode ser classificado como uma pesquisa quantitativa empírica descritiva, baseada em modelos matemáticos e simulação computacional estática. Ao final, o trabalho trará como contribuição teórica a revisão sistemática da literatura, a proposição do método e a disponibilização do modelo matemático para a academia. Já a contribuição prática será alcançada pela disponibilização do código computacional, fruto da modelagem matemática, como uma ferramenta para ser aplicada nas organizações por pesquisadores e por gestores.

Palavras-chave: MCGDM; Modelagem; Simulação; VIKOR; *Hesitant Fuzzy*.

Abstract: Despite the increasing number of propositions of decision support methods, each day new factors emerge that need to be considered when making decisions, as in the case of organizations that use project management. The proposed question to be answered is how to select suppliers when several decision-makers are involved, but suppliers are evaluated by different subgroups among these decision-makers? To solve this

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

problem, this work aims to propose a multi-criteria method of supporting group decision-making (MCGDM) based on hesitant Fuzzy VIKOR (HFVIKOR) that allows each supplier to be evaluated by different numbers of decision-makers. The research will begin with a systematic literature review with the theme of MCGDM methods based on Fuzzy Hesitant. As a result of the methods already proposed, their characteristics and the existing and inferred research gaps in the articles after analysis will be identified. Next, the method capable of dealing with the problem of having different quantities of evaluators for each supplier will be proposed. In addition, the method will use Hesitant Fuzzy, which allows the decision-maker to use one or more terms to evaluate the alternative in case of doubt or hesitation among the options presented. The stability of the proposed method will be evaluated from the modeling, application of the method in a real situation, and the simulation of several scenarios. In addition, it is proposed to compare results obtained with similar methods to validate the results. This study can be classified as descriptive empirical quantitative research, based on mathematical models and static computational simulation. In the end, the work will bring as a theoretical contribution the systematic review of the literature, the proposition of the method, and the availability of the mathematical model for the academy. The practical contribution will be achieved by the availability of computational code, the result of mathematical modeling, as a tool to be applied in organizations by researchers and managers.

Keywords: MCGDM; Modelling; Simulation; VIKOR; Hesitant Fuzzy.

1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisão é uma atividade complexa nas organizações (DE BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001; RAGSDALE, 2008). “As decisões são tomadas em todos os níveis organizacionais o tempo todo” (RAZZOLINI FILHO, 2020). Além de envolver vários atores, precisa considerar vários critérios, muitas mudanças internas ou externas às organizações. Nesse cenário a informação é a matéria-prima que abastece a entrada do processo. As informações para serem valiosas devem ser bem organizadas, completas, precisas, ter um alto valor sem deixar de ter um baixo custo, ser de fácil entendimento e de fácil acesso e ainda serem relevantes e passíveis de verificação, confiáveis, simples e atualizada (STAIR; GEORGE W. REYNOLDS, 2015) e assim propiciarem segurança para o tomador de decisão para alcançar os objetivos da organização. Uma dessas decisões é a seleção de fornecedores, que pode ser caracterizada como um processo estratégico para obtenção de uma cadeia de suprimentos eficiente (ARAZ; MIZRAK OZFIRAT; OZKARAHAN, 2007; CASTRO; GÓMEZ; FRANCO, 2009; CHEN; LIN; HUANG, 2006; HAMMAMI; TEMPONI; FREIN, 2014; KAHRAMAN; ONAR; OZTAYSI, 2015; TING; CHO, 2008).

Os tomadores de decisão compreendem uma parte importante do processo de selecionar fornecedores. São eles que estabelecem quais critérios serão utilizados, o peso de cada um dos critérios do problema em questão, pré-classificam os fornecedores que atendem aos requisitos básicos, ainda realizam a avaliação das diversas alternativas em relação aos critérios naquele cenário, para posteriormente concluir o processo ao analisar e escolher a alternativa satisfatória dentro da sua racionalidade limitada (OSIRO; LIMA-JUNIOR;

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

CARPINETTI, 2018; SIMON *et al.*, 1987). De todo modo, as avaliações são influenciadas por fatores subjetivos oriundos da intuição e da experiência de cada decisor. Essa decisão pode ser tomada tanto individualmente quanto em grupo. Quando há mais de um decisor envolvido há imprecisão, seja por informações incompletas ou por dificuldades de expressar as avaliações das alternativas (DE BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001; GUARNIERI, 2015; LIMA JUNIOR; OSIRO; CARPINETTI, 2013).

Os métodos de apoio a tomada de decisão levam em conta as consequências e diminuem a imprecisão e a subjetividade nessas decisões (ALMEIDA, 2013). Para lidar com a complexidade da seleção de fornecedores, uma das ferramentas é o uso de métodos multicritério de apoio à decisão (MCDM, do inglês *Multicriteria Decision Making*). Almeida (2013) define que um problema de decisão multicritério

consiste numa situação, em que há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher e essa escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si. Esses objetivos estão associadas variáveis que os representam e permitem a avaliação de cada alternativa, com base em cada objetivo. Essas variáveis podem ser chamadas de critérios, atributos ou dimensões (ALMEIDA, 2013).

Para solucionar um problema pode ser usado um modelo de decisão, ou seja, “uma representação formal e com simplificação do problema enfrentado com suporte de um método multicritério de apoio à decisão” (ALMEIDA, 2013). Roy (1996) argumenta que o uso de métodos de apoio à decisão não se traduz na busca da verdade, mas em uma maneira de guiar ações em um ambiente de decisão complexo e no qual há diferentes pontos de vista, muitas vezes conflitantes. Os modelos têm por objetivo “ajudar gestores tomar decisões para resolver problemas”. (RAGSDALE, 2008). Alguns elementos são chaves para a resolução de problemas por meio da modelagem: 1) identificar o problema; 2) formular e implementar o modelo; 3) analisar o modelo; 4) testar os resultados; e 5) implementar a solução. Sendo os passos 2 a 4 cíclicos que se repetem até a obtenção de resultados satisfatórios. (RAGSDALE, 2008).

Ao se propor um modelo é necessário validar o resultado obtido. A simulação é uma técnica que tem por objetivo estimar várias características (comportamentos) da medida de desempenho resultante de uma ou mais variáveis de entrada incertas (RAGSDALE, 2008). A simulação ajuda na análise do modelo por apresentar uma ideia dos possíveis resultados (RAGSDALE, 2008) e objetiva testar a validade empírica do modelo e aumentar as capacidades de resolução de problemas humanos por meio de sistemas especializados (SIMON *et al.*, 1987). Com o uso de softwares para realizar as simulações é possível testar diversos cenários que

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

seriam custosos e difíceis de serem implementados diretamente no problema real, gerando-se relatórios que apoiam a tomada de decisão dos gestores (RAGSDALE, 2008).

Diversas são as abordagens propostas nos Métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão em Grupo (MCGDM). Para agregar as avaliações dos decisores quando há grupo(s) de decisor(es) são utilizados, entre outros, os operadores de média aritmética, ponderada ou geométrica (KRISHANKUMAR *et al.*, 2020, 2019; MOUSAVI *et al.*, 2018; SAMANLIOGLU; AYAĞ, 2020; WANG *et al.*, 2020; WU; LIU; WANG, 2017; YANG *et al.*, 2018; YANG; PANG, 2019; ZHANG, Junling *et al.*, 2016), as representações em números *Fuzzy* (BAI *et al.*, 2020; BATUR SIR; SIR, 2021; CHETTIBI, 2020; ÇOLAK; KAYA, 2020; DINÇER; YÜKSEL; MARTÍNEZ, 2019; DINÇER; YÜKSEL; ŞENEL, 2018; DIVSALAR; AHMADI; NEMATİ, 2020; FARHADINIA; HERRERA-VIEDMA, 2020), a *Rough Theory* (GENG; JIN; ZHANG, 2020), e o consenso entre os decisores (ÇOLAK; KAYA, 2020; POURNAMAZI; GHASEMY YAGHIN; JOLAI, 2021). Para lidar com imprecisão e hesitação, a literatura aponta o uso da abordagem *Fuzzy* e de suas extensões para representar essas informações (ZADEH, 1965).

Uma dessas extensões é o método *Hesitant-Fuzzy* VIKOR (ZHANG, Nian; WEI, 2013) que usa os conjuntos *Hesitant Fuzzy* (TORRA, 2010) combinado com o VIKOR (OPRICOVIC, Serafim, 1998). Os *Hesitant Fuzzy Sets* permitem, caso haja hesitação, que o decisor escolha mais de um dos termos disponíveis para a avaliação das alternativas. Adicionalmente o método VIKOR resulta em uma solução compromisso que busca uma alternativa que se aproxime da Solução Ideal Positiva e se distancie da Solução Ideal Negativa levando ainda em conta tanto a vantagem quanto a estabilidade aceitáveis para o problema em questão (OPRICOVIC, Serafim (Faculty of Civil Engineering); TZENG, 2004).

Apesar do número crescente de proposições de métodos de apoio à decisão, a cada dia surgem novos fatores que precisam ser levados em conta ao se tomar decisões. A questão a ser respondida é: como selecionar fornecedores quando há diversos decisores envolvidos, porém os fornecedores são avaliados por diferentes subgrupos dentre esses decisores?

Quando olhada a linha de pesquisa Informação e Gestão Organizacional o tema é adequado pois, os métodos multicritério de apoio à tomada de decisão são ferramentas que têm como matéria prima a informação. A partir da gestão da informação é possível disponibilizar as informações úteis à gestão organizacional e apoiar a tomada de decisão dos gestores.

De acordo com o problema descrito e tendo em vista não ter sido encontrado na literatura um método que possa ser usado quando cada fornecedor é avaliado por diferentes grupos de decisores, o presente trabalho tem como objetivo propor um método baseado no

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

Hesitant Fuzzy VIKOR (HFVIKOR) que permita que cada fornecedor seja avaliado por diferentes números de decisores. Para cumprir esse objetivo principal, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- 1) Realizar uma revisão sistemática de literatura dos métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão em Grupo (MCGDM) baseados na abordagem *Hesitant Fuzzy*;
- 2) Propor um método com medidas que agreguem as avaliações dos decisores, de modo permitir que cada fornecedor possa ser avaliado por diferentes números de decisores;
- 3) Desenhar o modelo do método utilizando o MATLAB®;
- 4) Validar o método a partir de simulações de valores das entradas das matrizes de decisão, tendo como ponto de partida dados coletados a partir do julgamento de decisores em uma organização real;
- 5) Comparar os resultados obtidos com métodos semelhantes.

Quanto à metodologia, esta pesquisa é classificada como quantitativa empírica descritiva, baseada em modelos matemáticos e simulação computacional estática (BERTRAND; FRANSOO, 2002; CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2018). É empírica pois, captura, pelo menos em parte, “os problemas de tomada de decisão encontrados em problemas reais” (CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2018, p. 178; BERTRAND e FRANSOO, 2002). Além disso, pode ser considerada um estudo de caso visto que os dados que serão utilizados na aplicação do método serão coletados em uma empresa que trabalha no modelo de gestão de projetos onde os fornecedores são contratados pela organização, mas a avaliação é feita por cada um dos gestores dos diversos projetos que estão em curso, isto é dados para entender o que acontece numa situação real (CAUCHICK-MIGUEL, 2007).

É descritiva, pois descreve “relações causais que podem existir na realidade” para entender problemas reais (CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2018, p. 182). Os dados coletados em campo também serão usados para se inferir as relações de causa efeito entre as variáveis de entrada e saída. É baseada em modelos matemáticos HFVIKOR, onde serão realizadas simulações computacionais. A simulação é considerada estática tendo em vista que os dados serão usados “para analisar o sistema em um instante de tempo particular” (CAUCHICK-MIGUEL *et al.*, 2018, p. 191), ainda que o comportamento dos modelos propostos não seja dependente do tempo. Além disso, ao simular diversos cenários de aplicação será avaliado o comportamento do modelo e identificado as limitações e vantagens de uso do método proposto.

Quanto à estrutura o estudo será apresentado em dividido em seis etapas: revisão sistemática de literatura dos métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão em Grupo (MCGDM) baseados na abordagem *Hesitant Fuzzy*; proposta de um novo método baseado no

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

Hesitant Fuzzy VIKOR e sua aplicação em uma organização; modelagem do método; simulação computacional; discussão dos resultados comparando-os com outros métodos e conclusão. A seguir é proposto os procedimentos metodológicos a serem seguidos.

Na revisão sistemática de literatura (RSL) será utilizado o *Methodi Ordinatio* (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2018, 2015) para ordenação dos artigos mais relevantes e a ferramenta Parsif.al com o protocolo de RSL de Kitchenham (KEELE UNIVERSITY, 2007) tendo o Microsoft Excel®, o Word®, o Zotero também como auxílio. A proposição do método será baseada na modelagem matemática com uso dos MCGDM e a abordagem *Hesitant Fuzzy*. A modelagem e simulação será realizada com o uso do software MATLAB®. A análise de sensibilidade será realizada no parâmetro do método VIKOR que faz a variação das decisões baseadas na utilidade do grupo e o arrependimento individual. A validação do modelo se dará por comparação a outros métodos semelhantes. Os dados da pesquisa empírica terão origem numa empresa de telefonia que trabalha com gestão em projetos. Cada projeto é atendido por vários fornecedores. Cada fornecedor atende um ou mais desses projetos. Porém, a contratação dos fornecedores é realizada pela empresa, e a avaliação destes fornecedores é realizada pelos diferentes subgrupos dentre os responsáveis pelos projetos, sendo que cada fornecedor será avaliado por um número diferente de decisores. Sendo essa a lacuna encontrada na literatura, pois todos os métodos propostos encontrados lidam com grupos e subgrupos com o mesmo número de decisores ou com um trabalho de alcançar consenso entre os decisores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seleção de fornecedores é um processo comum a todas as organizações. Por ser uma decisão complexa, que envolve diversos profissionais, dependente de mudanças tanto internas quanto externas à organização, faz-se necessário que os tomadores de decisão sejam apoiados por ferramentas que os auxiliem a tomar decisões baseados em informações, diminuindo ao máximo a subjetividade na tomada de decisão. Nesse cenário a abordagem *Fuzzy* é útil ao permitir que o decisor possa expressar as avaliações utilizando a linguagem cotidiana, mais próxima da realidade. Para embasar teoricamente este estudo, a seleção de fornecedores, os MCDM para seleção de fornecedores, a abordagem *Fuzzy*, o método *Hesitant Fuzzy* VIKOR são introduzidos.

2.1 SELEÇÃO DE FORNECEDORES

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

A seleção de fornecedores é um processo importante na cadeia de suprimentos. Ela pode envolver diversos atores como: gestores, profissionais responsáveis pela compra, os fornecedores em si, entre outros. Estes atores estão preocupados com as políticas de fabricação, a redução de risco de compra, a preservação da qualidade do produto ou serviço, a manutenção do valor entregue ao cliente sem aumento dos custos. (CASTRO; GÓMEZ; FRANCO, 2009; TAHERDOOST; BRARD, 2019; TING; CHO, 2008). Outro aspecto é desenvolvimento de relacionamento duradouro com os fornecedores para economizar recursos e tempo (CAMPELO FILHO; SILVA BARBOSA, 2018; CASTRO; GÓMEZ; FRANCO, 2009).

A decisão pode ser realizada por um ou vários decisores. Quando há mais de um decisor, estes podem apresentar diferentes pontos de vista (HAMMAMI; TEMPONI; FREIN, 2014; TING; CHO, 2008). Além disso, os fornecedores podem ser heterogêneos em termos de produtos oferecidos, qualidade, localização, aumentando ainda mais a complexidade e a importância dessa relação comprador-fornecedor (DWEIRI *et al.*, 2016).

Boer, Labro e Morlacchi (DE BOER; LABRO; MORLACCHI, 2001) estruturam a seleção de fornecedores em quatro etapas interrelacionadas, que objetivam a escolha final de um fornecedor que atenda aos critérios estratégicos ou táticos da organização. São elas: a) definição do problema; b) formulação de critérios; c) qualificação; e d) escolha final.

Os critérios utilizados para a seleção de fornecedores apresentam os requisitos do comprador, tanto em nível operacional quanto estratégico, podendo ser qualitativos ou quantitativos (GUARNIERI, 2015). Esses critérios podem ter o mesmo peso ou serem atribuídos pesos diferentes conforme a necessidade de cada organização. Essas avaliações, tanto dos fornecedores quanto dos critérios, são subjetivas e podem conter informações imprecisas, incertas ou incompletas, tornando a decisão complexa (PELISSARI *et al.*, 2021). Para lidar com esse cenário são utilizados modelos de apoio a tomada de decisão, conforme descrito a seguir.

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

2.2 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Os métodos de decisão multicritério (MCDM, do inglês *Multicriteria Decision Making*) são ferramentas de apoio à tomada de decisão que usam base matemática e consideram os *insights* dos decisores (BOZARTH; HANDFIELD, 2008; GUARNIERI, 2015). Os MCDM formalizam e estruturam o processo de tomada de decisão, auxiliando na solução de um problema de decisão multicritério. Os métodos MCDM são caracterizados por avaliarem um conjunto de alternativas em relação a vários critérios a fim de obter uma ordenação da melhor alternativa (KAHRAMAN; ONAR; OZTAYSI, 2015).

Os métodos MCDM para seleção de fornecedores podem ser aplicados em diversos setores, como: o setor de eletrônicos e tecnologia da informação, setor automotivo, têxtil, químico, construção civil, alimentício e bebidas, petrolífero, de serviços, de telecomunicações, de transporte e metalmeccânico, papel e celulose, entre outros (GUL *et al.*, 2016; MARDANI *et al.*, 2016; YAZDANI; GRAEML, 2014).

2.3 ABORDAGEM FUZZY

Diversos estudos propõem o uso de técnicas para a seleção e a avaliação de fornecedores a fim de que os decisores possam tomar decisões mais adequadas. Esse ambiente apresenta incerteza tanto na identificação dos critérios, na avaliação dos pesos dos critérios, na avaliação das alternativas, na escolha do operador de agregação de opiniões (PELISSARI *et al.*, 2021) quanto por não haver consenso entre os especialistas (OSIRO; LIMA-JUNIOR; CARPINETTI, 2018). Essas incertezas podem ser consequência da natureza dos dados, que podem ser ambíguos, aleatórios e ou serem apresentados parcialmente (PELISSARI *et al.*, 2021).

Para Chai e Ngai (2020), os métodos que utilizam a teoria *Fuzzy* têm sido preferidos para a tomada de decisão por apresentarem a vantagem de uso do *Fuzzy* para representar as alternativas independentemente do método tradicional que será utilizado no estágio seguinte. Além disso, são adequados para uso quando a entrada de dados é expressa por meio de linguagem natural (CHAI; NGAI, 2020). No estudo de Guarnieri (GUARNIERI, 2015), quase metade dos artigos analisados utilizaram a lógica *Fuzzy*, e a autora atribui o número de artigos

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

à facilidade de aplicação do *Fuzzy* em conjunto com outras técnicas de tomada de decisão e à adequação para problemas com informações imprecisas, dados incertos ou mal determinados.

2.4 MÉTODO HESITANT FUZZY VIKOR

O método Hesitant Fuzzy VIKOR (HFVIKOR) (ZHANG, Nian; WEI, 2013) tem por base a abordagem do Hesitant Fuzzy Set (HFS) proposta por Torra (TORRA, 2010) que permite o uso de um conjunto de valores para expressar uma avaliação e o método VIKOR (OPRICOVIC, Serafim, 1998) que tem por objetivo resolver problemas de decisão com critérios conflitantes. Nesse método a solução final leva em conta a menor distância das alternativas em relação à Solução Ideal Positiva e a maior distância entre as alternativas e a Solução Ideal Negativa e, além disso, verifica se a vantagem e a estabilidade da alternativa são aceitáveis, podendo apresentar uma ou mais alternativas como soluções compromisso. Este método é adequado para “aquelas situações em que os decisores desejam máximo lucro e o risco tem menor importância” (ZHANG, Nian; WEI, 2013).

Para a aplicação do método HFVIKOR é necessária uma matriz de decisão que representa a avaliação dos decisores e é expressa em números *Hesitant Fuzzy*. Também é necessária a avaliação dos pesos dos critérios, que são baseados na *expertise* dos decisores. Os passos do método HFVIKOR (ZHANG, Nian; WEI, 2013) são apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Passos do método *Hesitant Fuzzy* VIKOR

Dados do MDCM	Determinar Alternativas (A_i) / Critérios (C_j) / Decisores (D_k) Avaliação das Alternativas, Critérios e Decisores (representados por <i>Hesitant Fuzzy Sets</i>)
Etapa 1	Encontrar as soluções ideais positivas (SIP) e negativas (SIN)
Etapa 2	Calcular os valores de utilidade de grupo (S_i) e de arrependimento individual (R_i)
Etapa 3	Calcular a ordenação das alternativas levando em conta S_i e R_i (Q_i)
Etapa 4	Ordenar as alternativas de acordo com S_i , R_i e Q_i .
Etapa 5	Determinar a solução compromisso

Fonte: baseado em (ZHANG, Nian; WEI, 2013)

A união desses dois métodos amplia as opções do decisor para expressar suas avaliações e ainda conta com a vantagem de utilizar o método VIKOR que garante uma decisão de compromisso, levando em conta tanto a utilidade do grupo quanto o arrependimento

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

individual, dependendo do que for melhor para o problema enfrentado. Normalmente, usa-se o método VIKOR considerando que houve consenso entre os decisores.

3. RESULTADOS ESPERADOS E CONTRIBUIÇÕES

Ao final do trabalho espera-se a entrega de uma revisão sistemática de literatura que sistematize o estado da arte dos métodos MCDM para grupo de decisores baseados no HFVIKOR e aplicados à seleção de fornecedores. Ainda deseja-se propor um método modelado em Matlab que seja adequado para decisão em grupo e que possa contribuir com a academia com novos métodos a serem utilizados por pesquisadores e gestores.

A principal contribuição teórica se dará ao propor um novo método para agregar as avaliações para grupos e subgrupos de decisores que não são sempre iguais. A análise da informação necessária para subsidiar a decisão é um dos focos desse trabalho, bem como discutir os fluxos de informação necessários à tomada de decisão em grupo. É necessário haver uma boa gestão da informação de modo a permitir que as informações corretas estejam disponíveis no momento certo aos decisores de modo a facilitar-lhes a tomada de decisão baseado em dados e informação, retirando a caracterização de avaliação baseado apenas na experiência dos decisores. Há diversas formas de se trabalhar com decisão em grupo, seja por consenso, divisão de decisores em grupos e subgrupos, utilização ou não de pesos aos decisores ou ainda utilizando as abordagens Fuzzy e os operadores de agregação para unir as avaliações, procurando a menor perda de informação possível. Haja vista que ainda estou na fase de projeto, não há maturidade para descrever os constructos a serem verificados, esse será um dos resultados que serão alcançados a partir da revisão sistemática de literatura.

Além disso, a revisão sistemática de literatura contribuirá para o mapeamento do estado da arte dos métodos MCDM para grupo de decisores baseados no *Hesitant Fuzzy*, visto que não foi encontrada revisões sistemáticas anteriores sobre este tema.

Já na contribuição prática um método novo pode ser adequado para a situações enfrentadas no cotidiano das organizações. Com os resultados das simulações, pesquisadores e gestores podem se identificar com algum dos cenários propostos e aplicá-los num problema de seleção de fornecedores da sua realidade.

Outra contribuição é a disseminação do uso de métodos baseados em abordagem *Fuzzy* no Brasil, pois ainda são tímidas as publicações sobre esse tema no país.

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA

7 a 9 de dezembro de 2022

4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O Projeto encontra-se em fase de Revisão Sistemática da Literatura. Já foram escolhidas as bases de conhecimento e no momento está sendo realizada a análise na *Web of Science* (72 artigos selecionados) a fim de verificar quais métodos são identificados e as categorias que emergem nessa primeira análise para delimitar melhor as questões a serem respondidas na condução das análises das demais bases de conhecimento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. de. Processo de Decisão nas Organizações - Construindo modelos de decisão multicritério - Capítulo 1 - Problemas de decisão. **Editora Atlas S. A.** [S. l.: s. n.], 2013.

ARAZ, C.; MIZRAK OZFIRAT, P.; OZKARAHAN, I. An integrated multicriteria decision-making methodology for outsourcing management. **Computers & Operations Research**, vol. 34, no. 12, p. 3738–3756, Dec. 2007. DOI 10.1016/j.cor.2006.01.014. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305054806000311>.

BAI, C.; DALLASEGA, P.; ORZES, G.; SARKIS, J. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. **International Journal of Production Economics**, vol. 229, p. 107776, 2020. DOI 10.1016/j.ijpe.2020.107776. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>.

BATUR SIR, G. D. D.; SIR, E. Pain Treatment Evaluation in COVID-19 Patients with Hesitant Fuzzy Linguistic Multicriteria Decision-Making. **Journal of Healthcare Engineering**, vol. 2021, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8831114>.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations and Production Management**, vol. 22, no. 2, p. 241–264, 2002. <https://doi.org/10.1108/01443570210414338>.

BOZARTH, C. C. .; HANDFIELD, R. B. **Introduction to operations and supply chain management**. New Jersey: [s. n.], 2008.

CAMPELO FILHO, E.; SILVA BARBOSA, J. A gestão da relação de fornecedores a jusante da cadeia de suprimentos de material de construção. **Exacta**, vol. 16, no. 3, p. 135–149, 27 Sep. 2018. DOI 10.5585/exactaep.v16n3.8116. Available at: [http://periodicos.uninove.br/index.php?journal=exacta&page=article&op=view&path\[\]=8116](http://periodicos.uninove.br/index.php?journal=exacta&page=article&op=view&path[]=8116).

CASTRO, W. A. S.; GÓMEZ, Ó. D. C.; FRANCO, L. F. O. Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. **Cuadernos de Administración**, vol. 22, no. 38, p. 145–167, 2009. .

CAUCHICK-MIGUEL, P. A. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, vol. 17, no. 1, p. 216–229, Apr. 2007. DOI 10.1590/S0103-65132007000100015. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-

V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA
7 a 9 de dezembro de 2022

65132007000100015&lng=pt&tlng=pt.

CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; FLEURY, A.; PEREIRA MELLO, C. H.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P. de; TURRIONI, J. B.; LEE HO, L.; MORABITO, R.; SOUSA, R.; GOUVÊA DA COSTA, S. E.; PUREZA, V.; SÉRGIO, E. G. da C.; EDSON PINHEIRO DE LIMA. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. [S. l.: s. n.], 2018. Available at: <https://books.google.com.br/books?id=JO1oDwAAQBAJ>.

CHAI, J.; NGAI, E. W. T. Decision-making techniques in supplier selection: Recent accomplishments and what lies ahead. **Expert Systems with Applications**, vol. 140, p. 112903, 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112903>. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417419306219>.

CHEN, C.-T.; LIN, C.-T.; HUANG, S.-F. A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. **International Journal of Production Economics**, vol. 102, no. 2, p. 289–301, Aug. 2006. DOI 10.1016/j.ijpe.2005.03.009. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925527305000782>.

CHETTIBI, S. Combination of HF set and MCDM for stable clustering in VANETs. **IET Intelligent Transport Systems**, 2020. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2019.0283>.

ÇOLAK, M.; KAYA, İ. Multi-criteria evaluation of energy storage technologies based on hesitant fuzzy information: A case study for Turkey. **Journal of Energy Storage**, vol. 28, p. 101211, Apr. 2020. DOI 10.1016/j.est.2020.101211. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352152X19307686>.

DE BOER, L.; LABRO, E.; MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, vol. 7, no. 2, p. 75–89, Jun. 2001. DOI 10.1016/S0969-7012(00)00028-9. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0969701200000289>.

DİNÇER, H.; YÜKSEL, S.; MARTÍNEZ, L. Analysis of balanced scorecard-based SERVQUAL criteria based on hesitant decision-making approaches. **Computers and Industrial Engineering**, vol. 131, no. March, p. 1–12, 2019. DOI 10.1016/j.cie.2019.03.026. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.026>.

DİNÇER, H.; YÜKSEL, S.; ŞENEL, S. Analyzing the Global Risks for the Financial Crisis after the Great Depression Using Comparative Hybrid Hesitant Fuzzy Decision-Making Models: Policy Recommendations for Sustainable Economic Growth. **Sustainability**, vol. 10, no. 9, p. 3126, 2 Sep. 2018. DOI 10.3390/su10093126. Available at: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3126>.

DIVSALAR, M.; AHMADI, M.; NEMATİ, Y. A SCOR-Based Model to Evaluate LARG Supply Chain Performance Using a Hybrid MADM Method. **IEEE Transactions on Engineering Management**, no. March, 2020. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.2974030>.

DWEIRI, F.; KUMAR, S.; KHAN, S. A.; JAIN, V. Designing an integrated AHP based decision support system for supplier selection in automotive industry. **Expert Systems with Applications**, vol. 62, p. 273–283, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.06.030>.

FARHADINIA, B.; HERRERA-VIEDMA, E. A modification of probabilistic hesitant fuzzy sets and its application to multiple criteria decision making. **Iranian Journal of Fuzzy**

**V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA
7 a 9 de dezembro de 2022**

Systems, vol. 17, no. 4, p. 151–166, 2020. <https://doi.org/10.22111/ijfs.2020.5412>.

GENG, X.; JIN, Y.; ZHANG, Y. A Novel Group Decision-Making Approach for Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets and Its Application to VIKOR. **Mathematical Problems in Engineering**, vol. 2020, p. 1–20, 27 Jul. 2020. DOI 10.1155/2020/7682983. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/mpe/2020/7682983/>.

GUARNIERI, P. Síntese dos Principais Critérios, Métodos e Subproblemas da Seleção de Fornecedores Multicritério. **Revista de Administração Contemporânea**, vol. 19, no. 1, p. 1–25, 2015. <https://doi.org/10.1590/1982-7849rac20151109>.

GUL, M.; CELIK, E.; AYDIN, N.; TASKIN GUMUS, A.; GUNERI, A. F. A state of the art literature review of VIKOR and its fuzzy extensions on applications. **Applied Soft Computing**, vol. 46, no. 17, p. 60–89, Sep. 2016. DOI 10.1016/j.asoc.2016.04.040. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S156849461630196X>.

HAMMAMI, R.; TEMPONI, C.; FREIN, Y. A scenario-based stochastic model for supplier selection in global context with multiple buyers, currency fluctuation uncertainties, and price discounts. **European Journal of Operational Research**, vol. 233, no. 1, p. 159–170, 2014. DOI 10.1016/j.ejor.2013.08.020. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.08.020>.

KAHRAMAN, C.; ONAR, S. C.; OZTAYSI, B. Fuzzy Multicriteria Decision-Making: A Literature Review. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, vol. 8, no. 4, p. 637–666, 4 Jul. 2015. DOI 10.1080/18756891.2015.1046325. Available at: <https://doi.org/10.1080/18756891.2015.1046325>.

KEELE UNIVERSITY. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. **Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE**, 2007. .

KRISHANKUMAR, R.; RAVICHANDRAN, K. S.; AGGARWAL, M.; TYAGI, S. K. Extended hesitant fuzzy linguistic term set with fuzzy confidence for solving group decision-making problems. **Neural Computing and Applications**, vol. 32, no. 7, p. 2879–2896, 20 Apr. 2020. DOI 10.1007/s00521-019-04275-w. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s00521-019-04275-w>.

KRISHANKUMAR, R.; RAVICHANDRAN, K. S.; KAR, S.; GUPTA, P.; MEHLAWAT, M. K. Interval-valued probabilistic hesitant fuzzy set for multi-criteria group decision-making. **Soft Computing**, vol. 23, no. 21, p. 10853–10879, 2019. DOI 10.1007/s00500-018-3638-3. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3638-3>.

LIMA JUNIOR, F. R.; OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. R. Métodos de decisão multicritério para seleção de fornecedores: um panorama do estado da arte. **Gestão & Produção**, vol. 20, no. 4, p. 781–801, 5 Nov. 2013. DOI 10.1590/S0104-530X2013005000005. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000400003&lng=pt&tln=pt.

MARDANI, A.; ZAVADSKAS, E. K.; GOVINDAN, K.; SENIN, A. A.; JUSOH, A. VIKOR technique: A systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications. **Sustainability (Switzerland)**, vol. 8, no. 1, p. 1–38, 2016. <https://doi.org/10.3390/su8010037>.

MOUSAVI, S. M.; FOROOZESH, N.; GITINAVARD, H.; VAHDANI, B. Solving group

**V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA
7 a 9 de dezembro de 2022**

decision-making problems in manufacturing systems by an uncertain compromise ranking method. **International Journal of Applied Decision Sciences**, 2018. <https://doi.org/10.1504/IJADS.2018.088634>.

OPRICOVIC, S. **Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems**. 1998. 302 f. Faculty of Civil Engineering, 1998. [https://doi.org/ISBN 86-80049-82-4](https://doi.org/ISBN%2086-80049-82-4).

OPRICOVIC, S. (Faculty of C. E.; TZENG, G. H. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**, vol. 156, no. 2, p. 445–455, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1).

OSIRO, L.; LIMA-JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A group decision model based on quality function deployment and hesitant fuzzy for selecting supply chain sustainability metrics. **Journal of Cleaner Production**, vol. 183, p. 964–978, 2018. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.02.197. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.197>.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. M. de. Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. **Ciência da informação**, vol. 46, no. 2, 2018. .

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, vol. 105, no. 3, p. 2109–2135, 12 Dec. 2015. DOI 10.1007/s11192-015-1744-x. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s11192-015-1744-x>.

PELISSARI, R.; OLIVEIRA, M. C.; ABACKERLI, A. J.; BEN-AMOR, S.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Techniques to model uncertain input data of multi-criteria decision-making problems: a literature review. **International Transactions in Operational Research**, vol. 28, no. 2, p. 523–559, 2021. <https://doi.org/10.1111/itor.12598>.

POURNAMAZI, S. R.; GHASEMY YAGHIN, R.; JOLAI, F. Positioning push–pull boundary in a hesitant fuzzy environment. **Expert Systems**, vol. 38, no. 2, 16 Mar. 2021. DOI 10.1111/exsy.12616. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/exsy.12616>.

RAGSDALE, C. T. **Spreadsheet Modeling & Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science**. Fifth Edit. Mason, OH, USA: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008.

RAZZOLINI FILHO, E. **Introdução à gestão da informação: A informação para Organizações do século XXI**. Curitiba: [s. n.], 2020.

ROY, B. **Nonconvex Optimization and Its Applications: Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. [S. l.: s. n.], 1996.

SAMANLIOGLU, F.; AYAĞ, Z. An intelligent approach for the evaluation of innovation projects. **Journal of Intelligent and Fuzzy Systems**, vol. 38, no. 1, p. 905–915, 2020. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179458>.

SIMON, H. A.; DANTZIG, G. B.; HOGARTH, R.; PLOTT, C. R.; RAIFFA, H.; SCHELLING, T. C.; SHEPSLE, K. A.; THALER, R.; TVERSKY, A.; WINTER, S. Decision Making and Problem Solving. **Interfaces**, vol. 17, no. 5, p. 11–31, Oct. 1987. DOI

**V CONSÓRCIO MESTRAL E DOUTORAL DA REDE GIC / I FÓRUM DE PESQUISA
EM SEGURANÇA PÚBLICA
7 a 9 de dezembro de 2022**

10.1287/inte.17.5.11. Available at:
<http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/inte.17.5.11>.

STAIR, R. M.; GEORGE W. REYNOLDS. **Princípios de sistemas de informação**. 11^a. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

TAHERDOOST, H.; BRARD, A. Analyzing the Process of Supplier Selection Criteria and Methods. **Procedia Manufacturing**, vol. 32, p. 1024–1034, 2019. DOI 10.1016/j.promfg.2019.02.317. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.317>.

TING, S. C.; CHO, D. I. An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. **Supply Chain Management**, vol. 13, no. 2, p. 116–127, 2008. <https://doi.org/10.1108/13598540810860958>.

TORRA, V. Hesitant fuzzy sets. **International Journal of Intelligent Systems**, vol. 25, p. 529–539, 2010. DOI 10.1002/int.20418. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/int.20418>.

WANG, C.; ZHOU, H.; DINÇER, H.; YÜKSEL, S.; UBAY, G. G.; ULUER, G. S. Analysis of Electricity Pricing in Emerging Economies with Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Technique Based on Interval-Valued Intuitionistic Hesitant Fuzzy Sets. **IEEE Access**, vol. 8, p. 190882–190896, 2020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3031761>.

WU, S.-M. M.; LIU, H.-C. C.; WANG, L.-E. E. Hesitant fuzzy integrated MCDM approach for quality function deployment: a case study in electric vehicle. **International Journal of Production Research**, vol. 55, no. 15, p. 4436–4449, 3 Aug. 2017. DOI 10.1080/00207543.2016.1259670. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2016.1259670>.

YANG, W.; PANG, Y. Hesitant interval-valued Pythagorean fuzzy VIKOR method. **International Journal of Intelligent Systems**, vol. 34, no. 5, p. 754–789, 2019. <https://doi.org/10.1002/int.22075>.

YANG, W.; PANG, Y.; SHI, J.; WANG, C. Linguistic hesitant intuitionistic fuzzy decision-making method based on VIKOR. **Neural Computing and Applications**, vol. 29, no. 7, p. 613–626, 2018. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2526-y>.

YAZDANI, M.; GRAEML, F. R. VIKOR and its Applications. **International Journal of Strategic Decision Sciences**, vol. 5, no. 2, p. 56–83, 2014. <https://doi.org/10.4018/ijdsds.2014040105>.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and control**, vol. 8, p. 338–353, 1965. .

ZHANG, J.; HEGDE, G. G.; SHANG, J.; QI, X. Evaluating emergency response solutions for sustainable community development by using fuzzy multi-criteria group decision making approaches: IVDHF-TOPSIS and IVDHF-VIKOR. **Sustainability (Switzerland)**, 2016. <https://doi.org/10.3390/su8040291>.

ZHANG, N.; WEI, G. Extension of VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy set. **Applied Mathematical Modelling**, vol. 37, no. 7, p. 4938–4947, Apr. 2013. DOI 10.1016/j.apm.2012.10.002. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2012.10.002>.