



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RAÍ DOS SANTOS MOTA

**MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES NO MODELO DE GRAFOS PARA
RESOLUÇÃO DE CONFLITOS: contribuições teóricas e aplicações**

Recife

2023

RAÍ DOS SANTOS MOTA

**MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES NO MODELO DE GRAFOS PARA
RESOLUÇÃO DE CONFLITOS: contribuições teóricas e aplicações**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Pesquisa Operacional.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Chaves Rêgo

Coorientadora: Profa. Dra. Maísa Mendonça Silva

Recife

2023

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago, CRB-4 / 1267

M917m Mota, Raí dos Santos.
Método de priorização de opções no modelo de grafos para resolução de conflitos: contribuições teóricas e aplicações / Raí dos Santos Mota. – 2023.
78 f.: il., fig., tab., abrev. e siglas.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Chaves Rêgo.
Coorientadora: Profa. Dra. Maísa Mendonça Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção. Recife, 2023.
Inclui referências.

1. Engenharia de produção. 2. Priorização de opções. 3. Modelo de grafos para a resolução de conflitos. 4. Múltiplos critérios. 5. Priorização em etapas. 6. Piracema. 7. Seguro-desemprego do pescador artesanal (SDPA). I. Rêgo, Leandro Chaves (Orientador). II. Silva, Maísa Mendonça (Coorientadora). III. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.) BCTG/2023-135

RAÍ DOS SANTOS MOTA

**MÉTODO DE PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES NO MODELO DE GRAFOS PARA
RESOLUÇÃO DE CONFLITOS: contribuições teóricas e aplicações**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção. Área de concentração: Pesquisa Operacional.

Aprovada em: 27/04/2023.

BANCA EXAMINADORA

Participação por videoconferência
Prof. Dr. Leandro Chaves Rêgo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência
Profa. Dra. Máisa Mendonça Silva (Coorientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência
Profa. Dra. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação por videoconferência
Prof. Dr. Giannini Italo Alves Vieira (Examinador Externo)
Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por todas as bênçãos recebidas, sendo uma delas a conclusão do mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco.

A minha mãe Ana Maria dos Santos Mota, por todo o apoio e confiança para que eu conseguisse alcançar os meus objetivos. Ao meu pai que partiu deste mundo e não está mais aqui ao meu lado, pelo qual serei eternamente grato, que sempre foi exemplo de um pai batalhador e foi fundamental para que eu chegasse até aqui. As minhas irmãs Rafaela e Regiane por estarem sempre presentes comigo.

Sou muito grato ao meu orientador, Professor Dr. Leandro Chaves Rêgo, por ter me acolhido como orientando, por todo o conhecimento compartilhado, pelas conversas esclarecedoras sobre a dissertação, por todo esforço, dedicação, compreensão e paciência para me apoiar durante a pesquisa, e principalmente por acreditar na competência deste trabalho.

A minha coorientadora, Professora Dra. Maísa Mendonça Silva, por todas as contribuições e ensinamentos compartilhados, que foram primordiais para a concretização deste trabalho. Muito obrigado por se fazer presente e acreditar no potencial deste trabalho.

As minhas amigas, Fabiana e Wallyanne, que se fizeram presentes desde a graduação, e durante todo o mestrado, pelo apoio e pelas conversas que serviam como terapia para amenizar as angústias e preocupações, transparecendo energias positivas e tranquilidade.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

RESUMO

O presente trabalho surge com o objetivo de tornar o processo de obtenção de preferências dos decisores (DMs) mais eficiente, de forma a contribuir com decisões mais assertivas e com menor esforço cognitivo, segundo o método de priorização de opções e o modelo de grafos para resolução de conflitos (GMCR). Partindo deste princípio, nesta pesquisa desenvolveu-se duas propostas metodológicas a fim de tornar os resultados decorrentes das modelagens do conflito mais consistentes, a partir das declarações de preferências expressas pelos DMs. Inicialmente, buscou-se implementar uma avaliação de múltiplos critérios dentro do método de priorização de opções, com a finalidade de ter respostas mais satisfatórias para os conflitos, em virtude de levar em consideração diferentes contextos da problemática a partir do uso de critérios. Esta proposta foi aplicada em um conflito de TI. Posteriormente, desenvolveu-se um novo formato metodológico para trabalhar com a priorização de opções, com o intuito de dividi-la em etapas, pois para conflitos com um grande número de opções, fica cognitivamente difícil para o DM estabelecer uma ordenação das suas declarações de preferências eficientemente. A partir disso, esta pesquisa propõe uma priorização das opções por etapas, onde os DMs considerarão nas etapas iniciais as opções mais prioritárias para eles negociarem, sendo que, em cada etapa as primeiras opções vão liderando o *ranking*, e as etapas seguintes vão se reconectando através dos equilíbrios sugeridos em cada fase. Esta proposta foi aplicada em um conflito de crise hídrica. Por último, neste trabalho realizou-se a modelagem de um conflito relacionado com a preservação de espécies aquáticas nativas em período de reprodução frente a prática da pesca predatória por pescadores. Os resultados apresentaram *rankings* de preferências e sugestões de equilíbrios mais consistentes, além de contribuir com um menor esforço cognitivo para os DMs. Portanto, esta pesquisa pode contribuir significativamente para o processo decisório, com a tomada de decisões mais estruturadas, pela qual pode resultar em diversos impactos, neste caso: sociais, econômico, político e ambiental, com a adoção de ações que possam refletir as reais demandas requeridas por órgãos públicos ou privados, através da inclusão de diferentes cenários (critérios) na modelagem do conflito analisado e resolução de conflitos mais complexos por etapas, resultando na escolha de ações mais satisfatórias pelos gestores.

Palavras-chave: priorização de opções; modelo de grafos para a resolução de conflitos; múltiplos critérios; priorização em etapas; piracema; seguro-desemprego do pescador artesanal (SDPA).

ABSTRACT

The present work aims to make the process of obtaining preferences of decision makers (DMs) more efficient, in order to contribute to more assertive decisions and with less cognitive effort, according to the prioritization method of options and the graphical model for resolution of conflicts (GMCR). Based on this principle, this research developed two methodological proposals to make the results resulting from the modeling of the conflict more consistent, based on the declarations of preferences expressed by the DMs. Initially, an attempt was made to implement a multi-criteria evaluation within the method of prioritizing options, with the aim of obtaining more satisfactory responses to conflicts, by virtue of taking into account different contexts of the problem from the use of criteria. This proposal was applied in an IT conflict. Subsequently, a new methodological format was developed to work with the prioritization of options, with the objective of dividing it into stages, since for conflicts with a large number of options, it is cognitively difficult for the DM to establish an order of his declarations of preferences in a way efficient. From this, this research proposes a prioritization of options in stages, where the DMs will consider in the initial stages the most priority options for them to negotiate, and in each stage the first options will lead the *ranking*, and the stages that follow are reconnected through the balances suggested in each phase. This proposal was applied in a water crisis conflict. Finally, in this work, a conflict related to the preservation of native aquatic species in the reproduction period was modeled against the practice of predatory fishing by fishermen. The results showed preference *rankings* and suggestions for more consistent balances, in addition to contributing to a lower cognitive effort of DMs. Therefore, this research can significantly contribute to the decision-making process, with more structured decision-making, which may result in several impacts, in this case: social, economic, political and environmental, with the adoption of actions that may reflect the demands real required by public or private bodies, through the inclusion of different scenarios (criteria) in the modeling of analyzed conflicts and resolution of more complex conflicts in stages, resulting in the choice of more satisfactory actions by managers.

Keywords: option prioritization; graph model for conflict resolution; multiple criteria; prioritization in stages; piracema; artisanal fisherman's unemployment insurance

(SDPA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Projeções de Estados | 49 |
|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Declarações de Preferências do DM i | 35 |
| Tabela 2 – Opções do Conflito: Provedor de TI x Cliente de TI | 37 |
| Tabela 3 – Estados do Conflito - Provedor de TI x Cliente de TI | 37 |
| Tabela 4 – Declarações de Preferências: Provedor de TI | 39 |
| Tabela 5 – <i>Ranking</i> de Preferências - Provedor de TI | 41 |
| Tabela 6 – <i>Ranking</i> de Preferências - Provedor de TI | 41 |
| Tabela 7 – <i>Ranking</i> de Preferências - Cliente de TI | 42 |
| Tabela 8 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito | 42 |
| Tabela 9 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito | 42 |
| Tabela 10 – DMs do Conflito | 51 |
| Tabela 11 – Opções do Conflito | 51 |
| Tabela 12 – Estados do Conflito - Provedor de TI x Cliente de TI | 52 |
| Tabela 13 – Lista de declarações de preferências - 1ª Etapa | 54 |
| Tabela 14 – Estados do Conflito - 1ª Etapa | 54 |
| Tabela 15 – <i>Ranking</i> de Preferências dos DMs - 1ª Etapa | 55 |
| Tabela 16 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 1ª Etapa | 55 |
| Tabela 17 – Estados do Conflito - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ) | 56 |
| Tabela 18 – Lista de declarações de preferências - 2ª Etapa | 57 |
| Tabela 19 – <i>Ranking</i> de Preferências dos DMs - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ) | 58 |
| Tabela 20 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ) | 58 |
| Tabela 21 – Estados do Conflito - 2ª Etapa (GMR e SMR) | 60 |
| Tabela 22 – <i>Ranking</i> de Preferências dos DMs - 2ª Etapa (GMR e SMR) | 60 |
| Tabela 23 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 2ª Etapa (GMR e SMR) | 60 |
| Tabela 24 – Opções do Conflito: Pescador x Governo | 65 |
| Tabela 25 – Estados do Conflito - Pescador x Governo | 65 |
| Tabela 26 – Lista de declarações de preferências - pescador responsável | 66 |
| Tabela 27 – <i>Ranking</i> de Preferências - pescador responsável | 67 |
| Tabela 28 – Lista de declarações de preferências - pescador irresponsável | 67 |
| Tabela 29 – <i>Ranking</i> de Preferências - pescador irresponsável | 67 |
| Tabela 30 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - pescador responsável | 68 |
| Tabela 31 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - pescador irresponsável | 69 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|--|
| COGERH | Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos |
| DM | <i>Decision Maker</i> |
| DNOCS | Departamento Nacional de Obras Contra as Secas |
| GMCR | Modelo de Grafos para a Resolução de Conflitos |
| GMR | Estabilidade metarracional geral |
| IFCE | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará |
| INSS | Instituto Nacional do Seguro Social |
| PI | Pescador Irresponsável |
| PR | Pescador Responsável |
| R | Estabilidade de Nash |
| RGP | Registro Geral da Atividade Pesqueira |
| SAD | Sistema de informação e apoio à decisão |
| SBPO | Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional |
| SDPA | Seguro-Desemprego do Pescador Artesanal |
| SEQ | Estabilidade sequencial |
| SMR | Estabilidade metarracional simétrica |
| SOHIDRA | Superintendência de Obras Hidráulicas |
| SSEQ | Estabilidade sequencial simétrica |
| STN | Secretaria de Tesouro Nacional |
| TI | Tecnologia da informação |
| UFC | Universidade Federal do Ceará |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|-------------------|---|
| N | Conjunto de tomadores de decisão |
| S | Conjunto de estados |
| D_i | Grafo direcionado do DM i |
| A_i | Conjunto de arcos direcionados do DM i |
| \succ_i | Relação de preferência estrita |
| \succsim_i | Relação de preferência fraca |
| \sim_i | Relação de indiferença |
| $R_i(s)$ | Lista dos estados alcançáveis do DM i a partir do estado s |
| $R_i^+(s)$ | Lista dos estados alcançáveis e preferíveis do DM i a partir do estado s |
| O_k | Conjunto de opções do DM k |
| ψ | Declaração de preferência |
| Ψ | Sequência ordenada de declarações de preferências |
| A_k^I | Conjunto de acessibilidades do DM k na Etapa I |
| N^I | Conjunto de DMs da Etapa I |
| O | Conjunto de todas as opções do conflito |
| O^* | Conjunto de todos os subconjuntos das opções de cada etapa do conflito |
| ϕ | Declaração de preferência da última etapa do conflito |
| α_I | Subconjunto de opções da Etapa I |
| S_α | Conjunto de estados parciais |
| Ω_I^{STAB} | Consistem dos estados em S_{α_I} cuja projeção na etapa anterior satisfaz o equilíbrio $STAB$ |
| S_I^{STAB} | Subconjunto de Ω_I^{STAB} consistindo dos estados que satisfazem a noção $STAB$ de equilíbrio da Etapa I |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 | OBJETIVOS | 19 |
| 1.1.1 | Objetivo geral | 20 |
| 1.1.2 | Objetivos Específicos | 20 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVAS | 20 |
| 1.3 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 21 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA | 23 |
| 2.1 | REFERENCIAL TEÓRICO | 23 |
| 2.1.1 | Modelo de Grafos para Resolução de Conflitos (GMCR) | 23 |
| 2.1.2 | Análise das estabilidades no conflito | 25 |
| 2.1.2.1 | Estabilidade de Nash (R) | 26 |
| 2.1.2.2 | Estabilidade Metarracional Geral (GMR) | 26 |
| 2.1.2.3 | Estabilidade Metarracional Simétrica (SMR) | 26 |
| 2.1.2.4 | Estabilidade Sequencial (SEQ) | 27 |
| 2.1.2.5 | Estabilidade Sequencial Simétrica (SSEQ) | 27 |
| 2.1.3 | Priorização de Opções | 27 |
| 2.2 | REVISÃO DE LITERATURA | 29 |
| 2.2.1 | GMCR sob diferentes estruturas de preferências | 29 |
| 2.2.2 | Método de Priorização de Opções no GMCR | 30 |
| 3 | METODOLOGIA | 33 |
| 4 | PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS NO | |
| | Modelo de Grafos para a Resolução de Conflitos (GMCR) | 34 |
| 4.1 | PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS | 34 |
| 4.2 | APLICAÇÃO | 36 |
| 4.2.1 | Descrição do Conflito | 36 |
| 4.2.2 | Descrição dos Critérios | 37 |
| 4.2.2.1 | Indicadores de Objetivos de Desempenho | 37 |
| 4.2.3 | Abordagem da Técnica de Priorização de Opções com Múltiplos | |
| | Critérios | 38 |
| 4.2.4 | Resultados e Discussões | 40 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.2.4.1 | Preferências | 40 |
| 4.2.4.2 | Estabilidades e Equilíbrios | 42 |
| 5 | UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DE CONFLITOS POR ETAPAS ATRAVÉS DO MODELO DE GRAFOS | 45 |
| 5.1 | ETAPAS DA ABORDAGEM | 45 |
| 5.1.1 | Etapa 1 | 49 |
| 5.1.2 | Etapa $I \geq 2$ | 50 |
| 5.2 | APLICAÇÃO | 50 |
| 5.2.1 | Descrição do Conflito | 51 |
| 5.2.2 | Resultados e Discussões | 53 |
| 5.2.2.1 | Aplicação da Técnica de Priorização de Opções em Etapas | 53 |
| 5.2.2.1.1 | <i>Primeira Etapa</i> | 53 |
| 5.2.2.1.2 | <i>Segunda Etapa - Caso Nash, SEQ ou SSEQ</i> | 56 |
| 5.2.2.1.3 | <i>Segunda Etapa - Caso GMR ou SMR</i> | 59 |
| 6 | UMA ANÁLISE DO CONFLITO DA PESCA DURANTE O PERÍODO DA PIRACEMA ATRAVÉS DO MODELO DE GRAFOS | 62 |
| 6.1 | APLICAÇÃO | 62 |
| 6.1.1 | Descrição do Conflito | 62 |
| 6.1.1.1 | Pescador Responsável (PR) | 66 |
| 6.1.1.2 | Pescador Irresponsável (PI) | 67 |
| 6.1.2 | Resultados e Discussões | 67 |
| 6.1.2.1 | Estabilidades e Equilíbrios | 68 |
| 6.1.2.1.1 | <i>Pescador Responsável (PR)</i> | 68 |
| 6.1.2.1.2 | <i>Pescador Irresponsável (PI)</i> | 68 |
| 7 | CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 71 |
| 7.1 | CONCLUSÃO | 71 |
| 7.2 | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 73 |
| | REFERÊNCIAS | 74 |

1 INTRODUÇÃO

Os conflitos estratégicos estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade, principalmente quando existe mais de uma parte com poderes de decisão e com preferências diferentes sobre os possíveis cursos de ação que possam ser tomados. Essas partes podem ser caracterizadas como pessoas, empresas, grupos ou até mesmo países, sendo denominadas de tomadores de decisão (do inglês, *decision makers* - DMs).

Deste modo, nas situações em que se tem uma disputa entre dois ou mais DMs ou grupos de DMs com diferentes poderes de decisão e interesses, tem-se uma situação de conflito (BURBRIDGE; BURBRIDGE, 2012; VITALE; SILVA, 2017). Partindo deste pressuposto, surge a modelagem de conflito na tentativa de avaliar e modelar matematicamente os movimentos e as estratégias dos DMs envolvidos no conflito.

Neste sentido, vale mencionar algumas das metodologias formais utilizadas para a modelagem e análise dos conflitos, a saber: teoria dos jogos (NEUMANN; MORGENTERN, 1953), análise de metajogos (HOWARD, 1971), análise de conflitos (FRASER; HIPEL, 1984) e o Modelo de Grafos para Resolução de Conflitos (GMCR) (KILGOUR; HIPEL; FANG, 1987).

Dentre as metodologias citadas anteriormente para a análise e resolução dos conflitos, destaca-se o GMCR pela sua praticidade e eficácia na estruturação e análise de conflitos (FANG; HIPEL; KILGOUR, 1993). Além disso, nesta abordagem, tem-se a elicitación de preferências dos DMs que se manifesta como um procedimento de suma importância para identificar as preferências dos DMs envolvidos no conflito, contribuindo com a análise e obtenção de resultados consistentes para uma solução satisfatória do conflito.

A partir disso, observa-se a existência de três métodos principais, com o propósito de se obter as preferências dos DMs em um conflito, a saber: ponderação de opções, priorização de opções e *ranking* direto (PENG *et al.*, 1997). Para o desenvolvimento deste estudo, será usada a técnica de priorização de opções, que é a mais usual em problemas práticos envolvendo o GMCR. Sendo esta aplicada para se obter de forma eficiente as preferências dos DMs diante de conflitos estratégicos, sejam estas preferências desconhecidas, incertas ou *crisp* (YU *et al.*, 2016). No entanto, as duas propostas metodológicas desenvolvidas neste trabalho, para se obter preferências de

maneira mais eficiente, consideram apenas o GMCR com preferências *crisp*.

Nesta técnica, é solicitado que cada DM forneça uma lista ordenada de declarações de preferência em ordem decrescente de prioridade, partindo da mais importante para a menos prioritária, onde cada declaração de preferência consiste de uma combinação lógica das opções disponíveis no conflito. Essas opções tratam-se de ações que podem ou não serem tomadas pelos DMs no decorrer do conflito, e suas respectivas combinações constituirão os estados do conflito. Outrossim, é que cada declaração de preferência pode ou não ser satisfeita em cada estado do conflito, sendo que os estados que satisfazem as declarações de maior prioridade são preferíveis aqueles que não as satisfazem.

Inclusive, ainda vale ressaltar alguns trabalhos que fazem uso desta técnica de priorização de opções para a eliciação de algumas estruturas de preferências no GMCR. Dentre estes trabalhos, têm-se: o trabalho de Rêgo e Vieira (2019), que aborda duas técnicas de priorização de opções para obtenção de preferências probabilísticas no GMCR; Bashar, Kilgour e Hipel (2014), que retratam uma técnica de priorização de opções para obter de forma mais eficiente as preferências *fuzzy*; Hou, Jiang e Xu (2015) que definiram um método de priorização de opções para a eliciação de preferências de três níveis, e por último, Zhao e Xu (2017) que apresentam o método de priorização de opções para preferências *grey*.

Nesta pesquisa, desenvolveu-se três abordagens que fizeram a utilização da técnica de priorização de opções no GMCR. No primeiro estudo, busca-se aplicar a técnica de priorização de opções dentro de um conflito envolvendo um provedor de tecnologia da informação (TI) e um cliente de (TI) sob a perspectiva de múltiplos critérios de desempenho, conforme apresentado em Silva *et al.* (2020). Vale mencionar, que estas empresas clientes acabam adquirindo os serviços de TI, como redução de custos para aquisição de um serviço (PEARLSON; SAUNDERS, 2009; WILLCOCKS; FITZGERALD; FEENY, 1995; SU; LEVINA, 2011) e aperfeiçoamento dos processos (LACITY; KHAN; WILLCOCKS, 2009).

Ademais, vale ainda ressaltar que conforme estudos de Konning, Westner e Strahringer (2019), em que é feito um comparativo com a abordagem de Lacity, Khan e Yan (2016) que retrata uma revisão sistemática sobre as motivações dos negócios a aderirem ao processo de terceirização, constata-se que o foco na literatura que antes

eram nas características do cliente e atributos de transação pelos quais influenciavam na decisão de terceirizar, mudou-se para as características e capacidades do fornecedor buscadas pelas empresas clientes, dentre elas, as capacidades técnicas, metodológicas, desempenho do funcionário, capacidade de entrega, etc.

Então, nesta primeira abordagem será considerado para a aplicação da proposta apenas o provedor de TI, que é instigado a tomar decisões estratégicas diante de vários cenários, que podem ser refletidos sob as perspectivas de diferentes critérios de desempenho, como qualidade, flexibilidade, custos, velocidade e confiança, bem como as opções de escolha que ele terá disponível, em virtude da importância de entender as preferências e prioridades deste decisor para a construção de projetos mais efetivos e com melhores resultados para seus clientes, de forma que isto possa ser refletido através de boas relações construídas entre ambas partes, provedor e cliente.

A segunda proposta, surge em virtude do método de priorização de opções exigir que os DMs forneçam uma lista ordenada de declarações de preferência que envolvam todas as opções do conflito, o que pode ser cognitivamente difícil em conflitos que envolvam muitas opções. Assim, este trabalho se volta para a melhoria no procedimento de elicitación de preferências dos DMs, principalmente para problemas em que se tem um grande número de opções.

Neste caso, é proposta uma nova abordagem que consiga separar esse procedimento de elicitación de preferências e o de análise de estabilidade em mais de uma etapa. A ideia é que os grandes conflitos, em termos de grande número de opções, possam ser resolvidos por partes, de modo sequencial, seguindo uma ordem de prioridade. Em cada parte, um subconflito é modelado e analisado e somente os estados de equilíbrio de uma etapa permanecem sendo viáveis para as etapas de análise seguintes.

Em consonância ao estudo proposto, vale citar alguns trabalhos existentes na literatura semelhantes ao princípio desta pesquisa. Neste caso, a abordagem hierárquica dos conflitos no GMCR, que são divididos em subconflitos a fim de solucioná-los de forma eficaz, a saber: o estudo de He, Hipel e Kilgour (2013), que apresenta uma abordagem hierárquica de uma problemática de distribuição de água na China, em que os conflitos são analisados separadamente usando o GMCR; He, Kilgour e Hipel (2015) que propõem um modelo de grafos hierárquico representado por matrizes, avaliando

dois subconflitos ligados a distribuição de recursos hídricos; e por fim, He *et al.* (2013) que mostram a abordagem do modelo de grafos hierárquico para analisar um conflito relacionado com duas localidades na China onde se propõe desviar água do sul para a região norte do país. A diferença entre estes modelos hierárquicos e a proposta deste trabalho é que nos modelos hierárquicos existem vários conflitos que tem alguns DMs e algumas de suas opções em comum em mais de um deles, enquanto a proposta deste trabalho consiste em priorizar quais opções serão negociadas primeiro em um único conflito.

Para demonstração da aplicabilidade deste segundo método proposto neste trabalho, utilizou-se um conflito apresentado em Rêgo *et al.* (2021), o qual relata uma crise hídrica de um perímetro irrigado, localizado no município de Limoeiro do Norte, região leste do estado do Ceará, responsável pela produção de variados tipos de verduras e legumes.

Por último, é trazido a modelagem de um conflito relacionado a um contexto ambiental, onde se tem a prática da pesca ilegal em períodos de proibição, em virtude das espécies aquáticas estarem em fase de reprodução, utilizando para modelagem a priorização de opções junto ao GMCR. A partir disso, vale mencionar que, de acordo com a Lei nº 11.959, de 29 de junho de 2009, no seu Art. 8º, a pesca comercial pode ser classificada em artesanal e industrial: a primeira trata-se da atividade executada diretamente pelo pescador profissional, de maneira autônoma ou em regime de economia familiar, fazendo uso de meios de produção próprios ou mediante contrato de parceria, seja desembarcado ou utilizando embarcações de pequeno porte. Por outro lado, a pesca industrial trata-se de outro tipo de pesca comercial, que pode ser praticada por pessoa física ou jurídica, envolvendo pescadores profissionais, empregados ou em regime de parceria por cotas-partes, usando embarcações de pequeno, médio ou grande porte, para fins comerciais.

Em paralelo a isso, vale destacar que estas atividades pesqueiras são interrompidas em períodos distintos do ano, podendo variar de acordo com cada região geográfica, de maneira a garantir a reprodução adequada das espécies aquáticas (IBAMA, 2017). Este intervalo de tempo é conhecido como o período da piracema em que acontece a reprodução destas espécies ao longo de quatro meses consecutivos, sendo de suma importância para garantir a subsistência do pescador.

Segundo Navarro (2013 p.237), este termo piracema “[...] tem origem na língua tupi antiga e significa “saída de peixe”, através da justaposição dos termos “pirá” (peixe) e “sema” (saída)”. Subsequentemente, observa-se que as informações sobre a estação de desova e a localização são essenciais para definir o fechamento de uma área por um tempo estipulado, como medida de gestão para proteger os habitats de desova (OVERZEE; RIJNSDORP, 2015).

Outrossim, é que as áreas de alimentação e desova para muitas espécies de peixes se tornam mais segregadas, decorrentes de alteração no ciclo reprodutivo (SADOVY, 1996), das condições ambientais existentes, como a temperatura, vazão e duração do dia (PAUMIER *et al.*, 2019), e a partir disso, os peixes podem migrar para áreas mais acessíveis aos pescadores para executar a desova (JØRGENSEN *et al.*, 2008). Ao realizar estas migrações, os peixes podem formar agregações densas, tornando-se alvos atraentes para os pescadores (CLAYDON, 2004; DOMEIER, 2012; MITCHESON; ERISMAN, 2012).

Então, nota-se que este período de reprodução conhecido como piracema nem sempre é respeitado pelo pescador, seja pela falta de consciência ambiental ou condições socioeconômicas deficitárias. No Brasil, foi criado o benefício do Seguro-Desemprego para o Pescador Artesanal (SDPA), por meio da Lei nº 8.287, de 20 de dezembro de 1991, conhecido popularmente como seguro defeso, a fim de garantir a preservação das espécies e o amparo socioeconômico do pescador artesanal durante o período de proibição da pesca.

Assim, esta última abordagem surge com a finalidade de modelar e analisar o conflito entre os pescadores artesanais e o governo durante o período da piracema, de maneira a avaliar os movimentos e as estratégias tomadas por cada decisor no conflito, e ao final verificar a melhor resolução para o conflito. Logo, estas abordagens visam trazer novas contribuições dentro das metodologias utilizadas, de forma a enriquecer o processo decisório com soluções mais precisas e consistentes, a partir de uma melhor estruturação das preferências dos decisores para a resolução do conflito.

1.1 OBJETIVOS

Nesta seção, são apresentados os objetivos geral e específico desta dissertação.

1.1.1 Objetivo geral

Esta dissertação possui dois objetivos gerais. O primeiro deles é propor avanços metodológicos na técnica de priorização de opções do GMCR. O segundo é a aplicação desta técnica de priorização de opções no GMCR para modelar um conflito relacionado à preservação ambiental.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral, faz-se necessário o alcance dos objetivos específicos a seguir:

- a) Revisar os avanços da literatura sobre o método de priorização de opções junto ao GMCR;
- b) Incluir uma avaliação de múltiplos critérios dentro do método de priorização de opções;
- c) Dividir o procedimento de elicitación de preferências em etapas;
- d) Apresentar aplicações para ilustrar as abordagens propostas;
- e) Realizar a Modelagem e Análise do Conflito da Pesca durante a Piracema através da técnica de priorização de opções no GMCR.

1.2 JUSTIFICATIVAS

A presente pesquisa está relacionada com aperfeiçoamentos da técnica de priorização de opções para obtenção de preferências no GMCR. Neste caso, a primeira contribuição é a inclusão de uma avaliação de múltiplos critérios dentro do método de priorização de opções. Já a segunda contribuição surgiu pela falta de abordagens que pudessem propor uma metodologia que dividisse o procedimento de elicitación em etapas por meio do método de priorização de opções, para conflitos com um grande número de opções.

E por fim, com a última abordagem, observou-se poucas pesquisas relacionadas à modelagem de conflitos no GMCR voltada para o campo de conflitos acerca da preservação de espécies aquáticas em período de reprodução. A partir disso, constata-se o quanto este trabalho é primordial para motivar o desenvolvimento de novos estudos que busquem tanto o aperfeiçoamento quanto a criação de novos métodos, a fim de

resolver de maneira assertiva os diversos problemas enfrentados pela sociedade.

Este trabalho surge com a proposta de tornar os resultados finais da modelagem de conflitos mais satisfatórios diante das necessidades dos problemas avaliados nas mais diversas áreas de estudos, porém, para que isso se torne possível, é necessário que a obtenção de preferências dos DMs, que é um procedimento inicial desta modelagem, seja realizada da maneira mais correta possível, refletindo as verdadeiras ações a serem tomadas por cada DM.

Assim, após a aplicação das propostas metodológicas deste estudo, através do método de priorização de opções em paralelo com o GMCR, busca-se trazer resultados mais significativos para os processos decisórios a partir da aplicação dos seus conceitos teóricos e práticos. Devido a isso, vale destacar que os métodos aqui propostos tendem a tornar o procedimento de elicitação menos desgastante para o DM e com menor esforço cognitivo, a partir da divisão deste procedimento em etapas e inclusão de vários critérios envolvidos em cada problemática avaliada.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em seis capítulos, o Capítulo 1 aborda aspectos gerais do trabalho, introdução, justificativa da pesquisa, objetivos a serem alcançados e estrutura do trabalho, com a finalidade de explicar inicialmente as abordagens a serem retratadas ao longo do estudo. O Capítulo 2 trata do referencial teórico e da revisão da literatura, descrevendo os principais conceitos teóricos que servirão como embasamento para este trabalho, sendo composto por uma revisão sistemática acerca do GMCR, seguido da descrição dos principais conceitos de estabilidades a serem avaliadas nas abordagens propostas, por último, ainda neste capítulo, é feito um estudo teórico sobre o método de priorização de opções, salientando suas principais fundamentações teóricas e aplicações. No Capítulo 3, descreve-se os procedimentos metodológicos desta pesquisa. Posteriormente, no Capítulo 4, é trazida uma abordagem sobre a inclusão de múltiplos critérios dentro da priorização de opções, e em seguida aplicada em um conflito de Tecnologia da informação (TI). No Capítulo 5, é mostrada uma proposta com a finalidade de dividir o procedimento de elicitação de preferências em etapas sob o aspecto da priorização de opções, e em seguida, é mostrada uma aplicação relacionada a um conflito de crise hídrica. No capítulo 6, aprofunda-se

um estudo relacionado à modelagem de um conflito com o GMCR, envolvendo um contexto ambiental, de modo a observar os principais problemas a serem solucionados. Por fim, no Capítulo 7, são apresentadas as conclusões finais do trabalho e sugestões de trabalhos futuros, destacando-se os principais pontos observados ao longo desta dissertação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E REVISÃO DE LITERATURA

O referencial teórico e a revisão da literatura deste trabalho têm como propósito aprofundar e trazer uma maior clareza a respeito dos conceitos abordados pelos teóricos da área, contribuindo para um melhor desenvolvimento do estudo proposto. Neste sentido, vale destacar que os conflitos estratégicos são os elementos iniciais a serem avaliados, visto que a partir deles surgem outras características que contribuem para uma melhor compreensão dos problemas avaliados.

Desta forma, de acordo com Xu *et al.* (2018), dentre as características que podem ser levantadas a partir de um conflito social, têm-se: quais os DMs envolvidos, quais as opções de ações para cada um dos DMs, as relações de preferências de cada DM com base nas opções disponíveis, os movimentos e contra-movimentos de cada parte, o comportamento dos indivíduos em relação as possíveis formações de coalizões, entre outros componentes do conflito avaliado.

Assim, surge o GMCR e o método de priorização de opções como elementos primordiais para a análise e a modelagem dos conflitos de maneira mais estruturada, levando em consideração o comportamento dos indivíduos e as análises de estabilidades, com o intuito de chegar a uma solução que seja a mais adequada possível para o contexto dos casos estudados, conforme será descrito posteriormente. Então, este capítulo abordará alguns conceitos teóricos, neste caso, sobre o GMCR, as estabilidades e a priorização de opções, que servirão como base para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é abordado os principais conceitos teóricos relacionados com o GMCR, a análise de estabilidades nos conflitos, a priorização de opções, que foram utilizados como base para o desenvolvimento deste trabalho.

2.1.1 Modelo de Grafos para Resolução de Conflitos (GMCR)

De acordo com Kilgour, Hipel e Fang (1987), o GMCR consiste de um conjunto de grafos direcionados, sendo um para cada um dos DMs envolvidos no conflito, todos com o mesmo conjunto de vértices que são os possíveis cenários do conflito, chamados de

estados viáveis. Além disso, cada um dos DMs possui uma relação de preferência sobre o conjunto de estados. Em termos matemáticos, o GMCR é constituído por um conjunto de DMs, definido por $N = \{1, 2, \dots, n\}$, um conjunto de estados $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$, como também, uma coleção de grafos direcionados $D_i = \{S, A_i\}$ e uma coleção de relações de preferências binárias sobre S definida por \succ_i , para cada $i \in N$ (XU *et al.*, 2018; HIPEL; KILGOUR; FANG, 2011). A coleção de arcos A_i representa como o tomador de decisão DM i pode alterar o estado do conflito em um único movimento. Este modelo possui a flexibilidade de permitir movimentos irreversíveis e também movimentos que sejam comuns a vários DMs.

No GMCR, as preferências de um *Decision Maker* (DM) i são denotadas por uma relação binária assimétrica (\succ_i) sobre S , onde $s_1 \succ_i s_2$ significa que o DM i prefere estritamente o estado s_1 em relação ao estado s_2 (FANG; HIPEL; KILGOUR, 1993; XU *et al.*, 2018). Neste sentido, subsequente a esta relação de preferência estrita \succ_i , têm-se a possibilidade de derivar mais duas relações de preferências em S : a preferência fraca (\succsim_i) e a indiferença (\sim_i), em que $s_1 \succsim_i s_2$ se o DM i não prefere estritamente o estado s_2 sobre o estado s_1 e $s_1 \sim_i s_2$ se $s_1 \succ_i s_2$ e $s_2 \succ_i s_1$.

Após a modelagem do conflito, faz-se necessária uma análise de estabilidade, com o intuito de estabelecer soluções satisfatórias para as situações avaliadas. Para que seja possível fazer esta análise de estabilidade no GMCR, deve-se entender inicialmente que os conceitos de estabilidade refletem as estratégias dos DMs em relação a visão do conflito e suas percepções de risco (HE; HIPEL; KILGOUR, 2017).

De acordo com Rêgo e Santos (2015), esta análise de estabilidade apoia-se essencialmente no estudo das preferências manifestadas pelos DMs nas análises dos conflitos, utilizando como referência um DM i , denominado como DM focal. Logo, a partir dos possíveis movimentos manifestados pelo DM podem existir diferentes conceitos de estabilidade que favorecem para o estabelecimento dos estados de equilíbrio do conflito. Dentre os conceitos de estabilidades existentes, têm-se: a estabilidade de Nash (Estabilidade de Nash (R)) (NASH, 1950), a estabilidade metarracional geral (Estabilidade metarracional geral (GMR)) (HOWARD, 1971), a estabilidade metarracional simétrica (Estabilidade metarracional simétrica (SMR)) (FRASER; HIPEL, 1979), a estabilidade sequencial (Estabilidade sequencial (SEQ)) (FRASER; HIPEL, 1979), e a estabilidade sequencial simétrica (Estabilidade sequencial simétrica (SSEQ)) (RÊGO;

VIEIRA, 2017).

Logo, conforme apresentado em Xu *et al.* (2018), a aplicação do GMCR é realizada em duas etapas: a etapa de modelagem e a etapa de análise estabilidade. Na primeira, calibram-se os parâmetros do modelo, como a realização da identificação dos DMs, das opções dos DMs, dos estados viáveis, dos movimentos unilaterais e das preferências relativas de cada DM sobre os estados. Na segunda, tem-se o estudo da estabilidade para indivíduos ou coalizões, sendo definida com base nos diversos conceitos de estabilidade citados anteriormente.

2.1.2 Análise das estabilidades no conflito

Nas análises de estabilidades do conflito, utiliza-se como referência o DM focal, pelo qual possui dois caminhos a escolher, onde o primeiro seria permanecer com o conflito no estado atual, e o segundo seria mover o conflito para um outro estado diferente. No entanto, se ele decide levar o conflito para outro estado, o DM oponente também terá a escolha de mover ou não o conflito. Neste contexto, pelo fato destas decisões refletirem o comportamento racional dos DMs, ao moverem o conflito por meio de uma mudança de estados, constata-se que o DM pode levar em conta os possíveis bloqueios que os outros DMs podem impor aos seus movimentos.

Para cada $i \in N$, e para cada $s \in S$, têm-se um conjunto de todos os estados alcançáveis pelo DM i representado por $R_i(s)$, em que o DM i pode se mover unilateralmente (em um único movimento) a partir do estado s , conforme expresso formalmente a seguir: $R_i(s) = \{s_1 \in S : (s, s_1) \in A_i\}$ (XU *et al.*, 2018; HIPEL; KILGOUR; FANG, 2011).

Além disso, vale descrever, a representação dos movimentos que levam à melhoria unilateral alcançada pelo DM i . Assim, quando o DM i move unilateralmente o conflito para um estado de maior preferência a partir do estado s , tem-se um movimento de melhoria unilateral para o DM i (XU *et al.*, 2018; HIPEL; KILGOUR; FANG, 2011). O conjunto de todas as melhorias unilaterais para o DM i a partir do estado s é definido por: $R_i^+(s) = \{s_1 \in S : (s, s_1) \in A_i \text{ e } s_1 \succ_i s\}$.

De modo geral, para o estudo das estabilidades são avaliados os possíveis movimentos que o DM pode executar considerando as suas ações em relação a um comportamento baseado na previsão e na percepção dos riscos ligados ao conflito

estratégico (HE; HIPEL; KILGOUR, 2017). Logo abaixo, serão lembrados os conceitos de estabilidade para conflitos com dois DMs, utilizando como referência o DM focal para este conflito bilateral.

2.1.2.1 Estabilidade de Nash (R)

De acordo com Nash (1950), nesta estabilidade, o DM i pressupõe que para qualquer estado para o qual ele possa mover o conflito a partir de um estado considerado estável para ele, presume-se que este estado não será preferível ao estado inicial.

Definição 1. *Seja $i \in N$, o estado $s \in S$ é Nash estável para o DM i , se e somente se $R_i^+(s) = \emptyset$.*

2.1.2.2 Estabilidade Metarracional Geral (GMR)

Segundo Howard (1971), na estabilidade GMR, o DM i avalia seus movimentos de modo conservador, visto que, ele acredita que ao mover unilateralmente o conflito, o seu oponente DM j irá reagir de forma que o conflito terminará em um estado não preferível para o DM i em comparação com o estado inicial.

Definição 2. *Seja $i \in N$, o estado $s \in S$ é Metarracional Geral estável para o DM i , se e somente se $\forall s_1 \in R_i^+(s)$ existe pelo menos um estado $s_2 \in R_j(s_1)$ tal que $s \succ_i s_2$.*

2.1.2.3 Estabilidade Metarracional Simétrica (SMR)

Com base nos estudos de Fraser e Hipel (1979), nesta estabilidade SMR, o DM i avalia qual movimento deve executar, as reações do seu adversário DM j , diante do movimento inicial, e por fim, a sua própria contrarreação em resposta a reação do seu oponente. Contudo, não haverá estados de maior preferência em relação ao estado inicial s que possa ser alcançado pelo DM i , se s for SMR estável.

Definição 3. *Seja $i \in N$, o estado $s \in S$ é Metarracional simétrico estável para o DM i , se e somente se, $\forall s_1 \in R_i^+(s)$ existe pelo menos um estado $s_2 \in R_j(s_1)$, de maneira que $s \succ_i s_2$ e $s \succ_i s_3, \forall s_3 \in R_i(s_2)$.*

2.1.2.4 Estabilidade Sequencial (SEQ)

Conforme retratado por Fraser e Hipel (1979), na estabilidade SEQ, o DM i presume que o DM j move o conflito não apenas pensando em sancionar suas melhorias unilaterais, como também objetivando suas próprias melhorias, movendo unilateralmente o conflito para um estado de sua maior preferência, porém que não é da preferência do DM i .

Definição 4. *Seja $i \in N$, o estado $s \in S$ é sequencialmente estável para o DM i , se e somente se, $\forall s_1 \in R_i^+(s)$, existe pelo menos um estado $s_2 \in R_j^+(s_1)$, tal que $s \succ_i s_2$.*

2.1.2.5 Estabilidade Sequencial Simétrica (SSEQ)

De acordo com os estudos de Rêgo e Vieira (2017), na estabilidade SSEQ, tem-se um DM i que acredita que o DM j bloqueia uma melhoria unilateral movendo unilateralmente o conflito para um estado de sua preferência. Contudo, apesar do DM i conseguir mover-se na contrarreação, após o seu oponente j , ainda assim ele não consegue ir para um estado melhor que o estado inicial. Então, apesar do DM i levar em consideração sua contrarreação em resposta ao movimento do seu oponente, no entanto, esta contrarreação exercida por este DM i não possuirá estados que sejam preferíveis ao estado inicial.

Definição 5. *Seja $i \in N$, o estado $s \in S$ é Sequencial simétrico estável para o DM i , se e somente se, $\forall s_1 \in R_i^+(s)$ existe pelo menos um estado $s_2 \in R_j^+(s_1)$, de maneira que $s \succ_i s_2$ e $s \succ_i s_3, \forall s_3 \in R_i(s_2)$.*

Inclusive, vale citar que, apesar desta estabilidade SSEQ ainda não está implementada no *software* do GMCR+, utilizou-se para a sua análise as relações com os demais conceitos de estabilidade que foram apresentados em Rêgo e Vieira (2017).

2.1.3 Priorização de Opções

Um dos principais entraves na modelagem de um conflito é na obtenção das preferências. Uma das técnicas mais utilizadas para a elicitacão de preferências no GMCR é a técnica de priorização de opções, que foi desenvolvida a partir do conceito de árvore de preferências estabelecido em (FRASER; HIPEL, 1988) e (FANG; HIPEL;

KILGOUR D.M. PENG, 2003). Esta técnica consiste em elicitar, para cada DM, uma lista ordenada, da mais para a menos preferida, de declarações de preferências, que são combinações booleanas das opções do conflito (PENG *et al.*, 1997). Ou seja, cada declaração de preferência é uma fórmula lógica envolvendo as opções do conflito. Deste modo, cada estado pode ou não satisfazer uma determinada declaração de preferência, sendo aqueles que satisfazem as primeiras declarações preferíveis em relação aos que não satisfazem.

Conforme descrito anteriormente, as opções de um conflito podem ser definidas como ações que podem ou não serem tomadas pelos DMs no decorrer do conflito, e o conjunto das opções do conflito disponíveis para o DM k pode ser denotado como:

$$\mathcal{O}_k = \{o_1^k, o_2^k, \dots, o_{m_k}^k\} \quad (2.1)$$

Em geral, assume-se, sem perda de generalidade, que $\mathcal{O}_k \cap \mathcal{O}_j = \emptyset$, para $j \neq k$. O conjunto de todas as opções do conflito é então: $\mathcal{O} = \cup_{k \in N} \mathcal{O}_k$. Cada estado do conflito, $s \in S$, é então formalmente uma função $s : \mathcal{O} \rightarrow \{Sim, Não\}$, tal que se a opção o_l^k for tomada pelo DM k no estado s do conflito, temos $s(o_l^k) = Sim$, enquanto se ela não for tomada temos $s(o_l^k) = Não$. As declarações de preferências são denotadas por $\psi(\mathcal{O})$, assumindo um valor de verdade relacionado em cada estado correspondente, podendo ser um valor “Verdadeiro”(V) ou “Falso” (F), de acordo com as opções que são ou não tomadas no estado. Segundo Peng *et al.* (1997) cada declaração de preferência pode ser classificada em três tipos: não condicional, condicional ou bicondicional.

Assim, a declaração de preferência não condicional refere-se a uma combinação de opções ou números de opções disponíveis e os conectivos lógicos, incorporando as operações de negação (“não” ou -), conjunção (“e” ou “&”) e disjunção (“ou” ou “|”). Inclusive, ainda, utiliza-se os parênteses (“(e ”)”) com o intuito de controlar a prioridade das operações em uma declaração de preferência. Por outro lado, tem-se a declaração de preferência condicional ou bicondicional tratando-se de duas declarações relacionadas por meio de um dos conectivos, neste caso, o termo “se” representado por (“IF”), e o outro seria o “se e somente se” denotado por (“IFF”).

De acordo com a técnica de priorização de opções, os estados que satisfazem as primeiras afirmações da lista ordenada são preferíveis em relação aos que não satisfazem. De modo formal, se $\Psi_k(\mathcal{O}) = (\psi_k^1(\mathcal{O}), \psi_k^2(\mathcal{O}), \dots, \psi_k^{l_k}(\mathcal{O}))$ é a lista ordenada de declarações de preferências do DM k , o estado s_p é preferível a s_l , para o DM k ,

se existe $1 \leq t^* \leq l_k$ tal que $\psi_k^t(\mathcal{O})(s_p) = \psi_k^t(\mathcal{O})(s_l)$ para $t < t^*$, $\psi_k^{t^*}(\mathcal{O})(s_p) = V$, e $\psi_k^{t^*}(\mathcal{O})(s_l) = F$.

Assim, dentre as três abordagens existentes para obtenção das preferências dos DMs no conflito, citadas anteriormente no Capítulo 1, sendo: ponderação de opções, priorização de opções e *ranking* direto, a priorização de opções se mostra como a mais flexível, tendo se apresentando a mais adequada para a maioria dos modelos, dado que, necessita apenas das declarações de preferências dos DMs sobre certas opções que são selecionadas ou não em ordem decrescente de prioridade (YU *et al.*, 2016).

2.2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, será revisado os principais avanços do GMCR sobre diferentes estruturas de preferências, bem como os estudos envolvendo o método de priorização de opções e o GMCR.

2.2.1 GMCR sob diferentes estruturas de preferências

Um ponto importante a ser analisado nas metodologias de análise de conflito está relacionado com a informação sobre como os DMs avaliam os estados de conflito. Partindo deste pressuposto, vale citar alguns estudos que trabalham o GMCR sob diferentes formatos de preferências.

As preferências dos DMs representam um papel crucial na análise dos *rankings* dos estados e das estabilidades do conflito, contudo, existem algumas situações em que estas preferências dos DMs são imprecisas, e desse modo, surgem algumas generalizações do GMCR com a finalidade de modelar as características dessas preferências de tal forma que consigam representar da melhor maneira os conflitos do mundo real. Deste modo, algumas abordagens são realizadas para representar esta incerteza de preferência, dentre elas tem-se a utilização de preferências probabilísticas superiores e inferiores no GMCR, para modelar as preferências dos tomadores de decisão entre os diferentes cenários do conflito (RÊGO; SANTOS, 2018).

Além disso, por outro lado, nos trabalhos iniciais retratados em Li *et al.* (2002) e Li *et al.* (2004), constatou-se abordagens sobre uma estrutura de preferência incerta no GMCR para conflitos com dois DMs e múltiplos DMs, pela qual pode modelar

preferência estrita de um estado para outro, a indiferença entre dois estados, como também permitindo que os DMs tivessem preferências incertas ou desconhecidas ao escolherem entre dois estados, sendo estendidas quatro noções de estabilidades para levar em consideração essa nova estrutura de preferências.

Contudo, uma abordagem alternativa que a relação de preferência usual não leva em consideração é utilizar a força de preferência que é modelada com o intuito de permitir que um DM prefira fortemente um estado a outro, sendo utilizada por Hamouda, Kilgour e Hipel (2004) para modelar a intensidade de preferências, e posteriormente sugerir versões fortes e fracas do ponto de vista dos quatro conceitos de solução do GMCR padrão, além de identificar um *ranking* entre os estados.

Por fim, outra perspectiva sobre as estruturas de preferências no GMCR é utilizar preferências *fuzzy*. Desta forma, o estudo de Al-Mutairi, Hipel e Kamel (2008), mostra a utilização destas preferências *fuzzy* nos conflitos, e subseqüentemente dividem o domínio *fuzzy* de preferências em cinco categorias: 1. muito mais preferido; 2. mais preferido; 3. indiferente; 4. menos preferido; e 5. muito menos preferido. Contudo, vale citar, que nesta pesquisa, não aprofundou-se discussões sobre como as metodologias propostas podem ser adaptadas para o GMCR com outras estruturas de preferências, como preferências incertas, *fuzzy*, probabilísticas, entre outras, sendo relevante para ser analisado em trabalhos futuros.

2.2.2 Método de Priorização de Opções no GMCR

Nesta seção, é descrito alguns trabalhos que fazem o uso do método de priorização de opções no GMCR, e sob a perspectiva de diferentes estruturas de preferências. Dentre estes estudos, a seguir serão descritos alguns.

De início tem-se a obra de Bashar, Kilgour e Hipel (2012), que propõem uma metodologia que faz uso de valores de verdade *fuzzy* dentro da técnica de priorização de opções, com o intuito de obter uma ordenação de preferências mais realista dos estados viáveis dentro da estrutura do GMCR, sendo aprimorada em um outro trabalho (BASHAR; KILGOUR; HIPEL, 2014).

Hou, Jiang e Xu (2015) propõem a definição de estrutura de classificação de preferências em três níveis, também chamada de força de preferência, utilizando como base a priorização de opções dentro do GMCR, salientando a eficácia da abordagem

de priorização de opções na modelagem de preferências, em comparação com as demais metodologias existentes.

Posteriormente, Yu *et al.* (2016), fazem uso da técnica de priorização de opções em uma disputa canadense sobre a problemática de exportação de água, salientando a inclusão de dois novos conectivos lógicos que descrevem a incerteza de preferência, usando o GMCR para modelar as preferências desconhecidas dos DMs, dentre as três preferências por ele abordadas no estudo, sendo elas desconhecidas, incertas ou *crisp*.

De acordo com Zhao e Xu (2017), um novo método de priorização de opção *grey* pode ser desenvolvido para trabalhar de forma eficiente as preferências *grey* dos DMs, por meio da atribuição de uma pontuação de intervalo *grey* para cada estado viável do conflito, refletindo os valores de verdade das declarações de preferências sobre as opções, dentro do GMCR, e posteriormente aplicado à conflitos relacionados com a contaminação das águas subterrâneas no município de Elmira nos Estados Unidos, de maneira a mostrar a aplicabilidade do método na resolução de problemas.

Nos estudos de Yin, Yu e Li (2017), com base na técnica de priorização de opções são propostos aprimoramentos no GMCR, a fim de expressar de forma quantitativa, as diferenças em relação às preferências dos DMs sobre os diferentes estados, onde é proposto uma função de pontuação baseada em uma função de nível de confiança, fazendo uso de árvore de preferência.

Ainda, vale citar o trabalho de (RÊGO; VIEIRA, 2019), que propõem o desenvolvimento de duas técnicas de priorização de opções para a obtenção de preferências probabilísticas de maneira mais eficiente dentro do paradigma do GMCR. Na primeira técnica é proposta uma distribuição de probabilidade, pela qual está associada a uma classe de sequências ordenadas de declarações de preferência do DM. Já na segunda técnica, é retratado uma outra proposta que permite a incerteza relacionada tanto com o conjunto de declarações de preferência levado em consideração pelo DM quanto com a declaração de preferência dentro do conjunto considerada mais relevante para ele.

Por outro lado, Ali *et al.* (2019), retratam um modelo de conflito dinâmico que leva em consideração a atitude evolutiva dos DMs utilizando a priorização de opções, e baseando-se na estrutura do GMCR, tendo como propósito analisar o planejamento de um projeto de sistema de transporte urbano no Paquistão. Por fim, Wu, Xu e Ke (2019) sugerem uma outra abordagem fundamentada na intervenção de terceiros dentro do

modelo de grafos para resolução de conflitos, na tentativa de promover uma mediação, onde são calculados ajustes mínimos de prioridade de declarações de preferência, sendo necessários para chegar a um acordo satisfatório. Deste modo, o método de priorização de opções destaca-se em virtude da sua aplicabilidade, flexibilidade e benefícios trazidos tanto para a estruturação quanto para a análise dos conflitos, contribuindo para uma melhor compreensão e consistência das informações.

Logo, vale lembrar, que apesar da literatura apresentar diferentes abordagens metodológicas que estão relacionadas com o método de priorização de opções e o GMCR, constata-se que nenhum destes trabalhos abordam as contribuições propostas nesta dissertação.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos podem ser classificados a partir de alguns critérios, dentre eles: quanto à natureza, quanto aos objetivos e quanto à abordagem (GIL, 2010). Quanto à natureza, esta pesquisa se classifica como aplicada, visto que, os resultados podem ser usados para resolver conflitos reais (VERGARA, 2016). No que se refere aos objetivos, a dissertação se classifica como exploratória, porque busca-se propor a incorporação de novos conceitos dentro do método de priorização de opções no GMCR, de forma a contribuir significativamente com as decisões tomadas no processo decisório pelos DMs. A respeito da abordagem, admite-se que é qualitativa, pois a natureza qualitativa surge pela necessidade de interpretar os resultados da pesquisa quantitativa (FERNANDES *et al.*, 2018).

Inicialmente buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema abordado, com o intuito de promover um melhor entendimento em relação a aplicação dos estudos propostos, além de verificar os trabalhos já existentes na área e a efetividade das suas aplicações. Após esta fase de revisão da literatura buscou-se desenvolver os modelos propostos e posteriormente realizar a modelagem dos conflitos, a partir da eliciação de preferências dos DMs por meio do método da priorização de opções. Por fim, os resultados gerados a partir dos conflitos estratégicos neste trabalho servem para mostrar a importância do processo de eliciação de preferências na modelagem do conflito, contribuindo com dados mais assertivos e consistentes para o processo de tomada de decisão.

Inclusive, vale destacar que para o desenvolvimento desta pesquisa utilizou-se como auxílio o *software* GMCR+ conforme mostrado em Kinsara *et al.* (2022), tornando possível analisar as estratégias e as ações tomadas por cada DM do conflito, e aprofundando em mais detalhes as preferências dos decisores, contribuindo com uma melhoria na estruturação do conflito. Ainda, recomendando-se ao final, sugestões de estados que favoreçam tomadas de decisões mais assertivas, através da disponibilidade dos resultados simultaneamente à medida que as preferências são modificadas pelos DMs, facilitando a visualização do conflito como um todo, mostrando-se ser uma ferramenta de fácil calibração e análise.

4 PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS NO GMCR

Para se utilizar qualquer metodologia formal para análise de conflitos, é necessário representar através de uma estrutura matemática formal as preferências que os decisores têm sobre os possíveis cenários em que o conflito pode encontrar-se. A técnica de priorização de opções fornece para um dado decisor uma relação de preferência transitiva e completa sobre os estados a partir da informação de uma lista ordenada de declarações de preferências do decisor. Este capítulo apresenta uma proposta metodológica a fim de combinar uma abordagem com múltiplos critérios e a técnica de priorização de opções para elicitación de preferências, no paradigma do GMCR, visto que, para uma adequada resolução do conflito é necessário modelar de forma eficiente as preferências do decisor. Para ilustrar a proposta, o novo método é aplicado a um conflito de terceirização de serviços de TI com dois decisores: o provedor de serviços de TI e a empresa contratante desses serviços. Os resultados demonstram *rankings* de preferências mais consistentes, conforme apresentado pelo trabalho de Mota, Rêgo e Silva (2022) no Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (SBPO) 2022.

4.1 PRIORIZAÇÃO DE OPÇÕES COM MÚLTIPLOS CRITÉRIOS

A técnica de priorização de opções com múltiplos critérios é proposta para elicitación das preferências do decisor diante das opções disponíveis, em que o DM vai priorizar as opções com base nos critérios que forem mais relevantes para ele. A partir desta técnica é possível observar um direcionamento mais adequado das decisões a serem tomadas por este decisor, ou seja, obtém-se uma melhor estruturação das preferências dos DMs, visto que, ao analisar os resultados finais, constata-se um *ranking* de preferências de estados mais consistentes segundo suas prioridades definidas.

Contudo, quando é necessário obter as preferências de mais de um DM no conflito, critérios possivelmente distintos podem ser utilizados para os diferentes DMs. Desta forma, cada DM disporá de uma tabela em que as colunas podem representar critérios distintos dos contidos nas tabelas de outros DMs. Inclusive, a definição dos reais critérios interessantes a serem abordados na modelagem do conflito deve ser feita com o analista em conjunto com o DM envolvido, de modo a refletir de fato as preferências

do decisor.

Segundo a técnica proposta, ao invés de perguntar ao DM apenas uma lista ordenada de declarações de preferência, solicita-se que o DM disponha as declarações de preferência em uma tabela em que cada coluna corresponde a um dos critérios considerados. Em cada coluna da tabela, pode ser preenchida mais de uma linha, sendo as primeiras linhas mais prioritárias, e ao preencher uma dada coluna o DM deve avaliar as declarações de preferência considerando apenas o critério da dada coluna. Por outro lado, em cada linha da tabela somente uma coluna pode ser preenchida de modo a se obter uma lista ordenada de declarações de preferências para o DM no conflito. Salienta-se que as colunas podem ser preenchidas em qualquer ordem e o DM pode alternar entre colunas e retornar a uma coluna após ter preenchido declarações em outras colunas. Não há necessidade de solicitar explicitamente uma ordenação dos critérios por parte do DM, mas esta ordenação estará implicitamente descrita na forma em que o DM decide preencher a tabela.

Assim, no procedimento de obtenção de preferências sob a perspectiva de múltiplos critérios solicita-se primeiramente que o DM preencha a tabela fornecida, respeitando a restrição de apenas uma coluna ser preenchida em cada linha, constatando com isso, que as linhas sejam preenchidas por ordem de prioridade decrescente, da mais importante para a menos significativa. A Tabela 1 ilustra um exemplo em que se tem uma tabela com k critérios sendo preenchida por j declarações de preferências. De acordo com o disposto na Tabela 1, a sequência ordenada de declarações de preferências do DM i é dada por $\Psi_i(\psi_1, \psi_2, \psi_3, \psi_4, \psi_5, \dots, \psi_j)$. Implicitamente, observa-se que o critério C_1 é o mais importante para o DM i , seguido pelo critério C_3 e pelo C_k . Conforme mencionado anteriormente, com esta lista ordenada de declarações de preferências é possível obter as preferências do DM i sobre os estados.

Tabela 1 – Declarações de Preferências do DM i

| C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | ... | C_k |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ψ_1 | | | | | |
| | | ψ_2 | | | |
| | | | | | ψ_3 |
| ψ_4 | | | | | |
| | ψ_5 | | | | |
| \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots | \vdots |
| | | | ψ_j | | |

Fonte: O Autor (2023)

4.2 APLICAÇÃO

Nesta seção é apresentada a aplicação do estudo proposto, com a descrição do conflito, análise dos *rankings* de preferências e equilíbrios do conflito sob os conceitos de estabilidades.

4.2.1 Descrição do Conflito

A problemática apresentada neste trabalho trata-se do conflito envolvendo um fornecedor de serviços de TI e uma organização consumidora do serviço. Este conflito foi apresentado em Silva *et al.* (2020). Deste modo, observa-se que nesta situação existem dois decisores, o provedor de TI e o cliente de TI. Contudo, este estudo surge para analisar em mais detalhes o comportamento do provedor de TI diante de diversos aspectos, levando-se em consideração critérios relevantes para a efetividade da prestação do serviço. Inclusive, vale destacar que o ramo de tecnologias e sistemas de informação nos dias atuais vem crescendo de forma expressiva, e ganhando grande abrangência e aplicabilidades nos diversos segmentos da sociedade. Além disso, é notável que grande parte dos trabalhos que envolvem terceirização de TI presentes na literatura, retratam mais pesquisas e estudos direcionados ao cliente de TI em comparação com o provedor de TI. Porém, o provedor de TI se destaca também como um fator chave neste processo, visto que a sua tomada de decisão implica diretamente no resultado do projeto final. Assim como descrito em Silva *et al.* (2020), o conflito em análise possui seis opções no total, sendo três para cada DM: o conjunto de opções $(o_1^{Provedor\ de\ TI}, o_2^{Provedor\ de\ TI}, o_3^{Provedor\ de\ TI})$ representa as opções do provedor de TI, enquanto que o conjunto $(o_4^{Cliente\ de\ TI}, o_5^{Cliente\ de\ TI}, o_6^{Cliente\ de\ TI})$ refere-se às opções do cliente de TI. Todas as opções juntamente com suas descrições são mostradas na Tabela 2.

A Tabela 3 apresenta os DMs no conflito, suas opções e os 13 estados viáveis do conflito. Na Tabela 3, o Sim indica que a opção foi tomada pelo DM, e por outro lado o termo Não indica que a opção não foi tomada. Deste modo, cada declaração de preferência pode ser avaliada em cada estado para verificar se a mesma é (V) ou não (F) satisfeita. A obtenção da Tabela 3 pode ser vista em detalhes em Silva *et al.* (2020).

Tabela 2 – Opções do Conflito: Provedor de TI x Cliente de TI

| Opções do Provedor de TI | Descrição |
|---------------------------------|---|
| o_1 | Porcentagem das atividades de TI realizadas pelo provedor. |
| o_2 | Ajustes para as atividades contratadas pelo cliente de TI. |
| o_3 | Coordenação das atividades executadas pelo fornecedor de TI para evitar atrasos nas entregas e ajustes. |
| Opções do Cliente de TI | Descrição |
| o_4 | Iniciativas para apoiar o compartilhamento de informações nas atividades diárias. |
| o_5 | Aprovação por escrito da parte contratante (ou autoridade competente designada pela parte contratante) para garantir os pagamentos para o fornecedor de TI. |
| o_6 | Monitoramento das atividades de supervisão da empresa contratante para facilitar a troca de informações e verificar os esforços do fornecedor de TI. |

Fonte: SILVA *et al.* (2020)

Tabela 3 – Estados do Conflito - Provedor de TI x Cliente de TI

| | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 | s_6 | s_7 | s_8 | s_9 | s_{10} | s_{11} | s_{12} | s_{13} |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Provedor de TI | | | | | | | | | | | | | |
| o_1 (Atingir totalmente) | Não | Não | Não | Sim | Não | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim |
| o_2 (Atingir parcialmente) | Não | Sim | Não | Não | Sim | Não | Não | Sim | Não | Não | Não | Sim | Não |
| o_3 (Coordenar) | Não | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim | Sim |
| Cliente de TI | | | | | | | | | | | | | |
| o_4 (Compartilhar informações) | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |
| o_5 (Garantir rentabilidade) | Não | Sim | Não | Não | Não | Sim |
| o_6 (Monitorar) | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |

Fonte: SILVA *et al.* (2020)

4.2.2 Descrição dos Critérios

Os critérios considerados nesta pesquisa são: qualidade, velocidade, flexibilidade, rentabilidade e confiança. Arelados a estes critérios têm-se os objetivos que denotam o propósito e direcionamento de cada um dos critérios avaliados. Desta forma, pode-se associar estes critérios com os cinco objetivos de desempenho presentes em (SLACK; BRANDON-JONES; JHONSTON, 2018).

4.2.2.1 Indicadores de Objetivos de Desempenho

- a) Qualidade: realizar as tarefas seguindo os padrões estabelecidos, resultando no fornecimento de bens e/ou serviços isentos de erros, proporcionado desta forma uma maior qualidade e vantagem estratégica para a organização;

- b) Velocidade: executar as atividades com rapidez, diminuindo o tempo entre a solicitação do consumidor por bens e/ou serviços e o prazo que estarão disponíveis para recebê-los, contribuindo assim, com o aumento da disponibilidade de bens e/ou serviços;
- c) Confiança: cumprir as operações em tempo hábil a fim de manter os compromissos de entrega já firmados com os clientes;
- d) Flexibilidade: ter disponibilidade para modificar as atividades já estabelecidas, isto é, possuir condições de alterar ou de adaptar as operações de produção para enfrentar problemas inesperados fora do planejamento, ou até mesmo para propiciar aos clientes um atendimento diferenciado;
- e) Custo: efetuar o desempenho das atividades seguindo uma otimização de custos, assim, produzindo bens e/ou serviços com custos pelos quais possa ser possível fixar preços adequados ao mercado, e ainda possibilitar retorno para a organização.

4.2.3 Abordagem da Técnica de Priorização de Opções com Múltiplos Critérios

Na abordagem da técnica de priorização de opções para obtenção de preferências do decisor, será considerado apenas um DM, que é o provedor de TI, representado por DM i neste trabalho. As preferências do DM i foram obtidas de um dos responsáveis pelo projeto de TI da empresa provedora.

Para a obtenção de preferências do fornecedor de TI, observa-se na Tabela 4 que, em cada coluna as afirmações retratam apenas um critério específico por vez, e em cada linha foi solicitado que uma afirmação somente fosse preenchida, não havendo a necessidade de ordenação dos critérios pelo especialista. Logo, quando o especialista preenche uma coluna deve se atentar apenas no critério selecionado da coluna, como também pensar nas linhas que devem ser preenchidas em ordem decrescente de prioridade pelo especialista. Portanto, ao longo do preenchimento da Tabela 4, pode-se constatar informações de preferência referentes ao decisor em relação aos cinco critérios.

Para fins exemplificativos, vale detalhar a técnica de priorização de opções pelo fornecedor de TI com base em declarações de preferências sob diferentes objetivos de desempenho, pelos quais podem caracterizar qual direcionamento este DM i é mais

Tabela 4 – Declarações de Preferências: Provedor de TI

| Qualidade | Velocidade | Confiança | Flexibilidade | Custo | Descrição |
|--------------|------------|-----------|---------------|-------|--|
| $o_4 \& o_1$ | | | | | Compartilhamento de informações pelo cliente e atingir totalmente os objetivos do projeto. |
| | | | | o_5 | Conseguir rentabilidade no projeto. |
| | | o_6 | | | Monitoramento do cliente para melhor envolvimento das partes. |
| o_4 | | | | | Compartilhamento de informações pelo cliente. |
| | o_3 | | | | Coordenação para evitar atrasos. |
| | | | $-o_2$ | | Não acontecer retrabalho - ou seja - ajustes da parte do cliente. |

Fonte: O Autor (2023)

tendencioso. Então, a partir da Tabela 4 tem-se a seguinte sequência ordenada de declaração de preferência, como segue: $\Psi_{Provedor\ TI} = (o_4 \& o_1, o_5, o_6, o_4, o_3, -o_2)$.

Assim, com base nesta sequência de opções baseadas nos critérios mais relevantes para o DM i , constata-se que ele apresenta um interesse maior pela qualidade, seguindo os padrões estabelecidos no compartilhamento de informações e conclusão das atividades firmadas. Posteriormente, outra característica importante para o DM i nesta sequência de opções é a rentabilidade do projeto, visto que os recursos financeiros pagos ao Provedor de TI são cruciais para que ele consiga executar as atividades de maneira eficiente e lucrativa. Ainda, tem-se em seguida o monitoramento do cliente como uma forma de garantir que as tarefas estão sendo executadas conforme estabelecidas, ocasionando uma maior confiança nesta relação entre fornecedor e cliente.

Ao longo da sequência de prioridades de opções do DM i é observado que a coordenação do tempo das atividades de TI desempenhadas pelo provedor é crucial na garantia de rapidez e cumprimento dos prazos, a fim de evitar atrasos, apesar de ser uma das últimas opções consideradas como prioridade inicial na sequência declarada pelo DM i . Por fim, a última opção na sequência de declarações para o provedor de TI apresentou uma opção de negação, visto que, de acordo com este DM i o fato de atingir

de forma parcial atividades de um projeto não seria algo interessante, e devido a isso, observa-se que a adoção de ações mais flexíveis e ajustes podem ser demandadas no decorrer do projeto para a conclusão de tarefas pendentes, acarretando com isso, mais gastos que não estavam no planejamento do Provedor de TI.

4.2.4 Resultados e Discussões

Nesta etapa do trabalho serão abordados os resultados obtidos após a aplicação do Sistema de informação e apoio à decisão (SAD) GMCR+, em especial o uso da função *option prioritization* presente no *software*, em que inicialmente é solicitado para o usuário fornecer o conjunto de ordenação de declarações de preferências, sendo expressas em termos de opções e conectivos lógicos, e posteriormente são avaliadas em verdadeiras ou falsas para cada estado do conflito. Inclusive, vale salientar que apesar deste estudo fazer uso do conflito apresentado por Silva *et al.* (2020), ele traz uma nova proposta metodológica dentro da técnica de priorização de opções, focando principalmente nas preferências do Provedor de TI sob a perspectiva de múltiplos critérios. Neste caso, esta atenção especial pelo comportamento do provedor se mostra em virtude de ele ter caráter mais dinâmico, visto que este decisor presta serviços para várias empresas simultaneamente. Por outro lado, o comportamento do Cliente de TI denota ser mais claro, pois os objetivos dos clientes em geral são sempre os mesmos, devido a isso, neste trabalho são adotadas as mesmas preferências do Cliente de TI retratadas em Silva *et al.* (2020), conforme mostrada na Tabela 7.

4.2.4.1 Preferências

De acordo com a Tabela 4, mostrada anteriormente foi possível capturar as preferências do Provedor de TI diante das opções disponíveis em relação a diferentes contextos refletidos a partir dos critérios avaliados. Neste caso, este DM *i* avaliou suas preferências sob diversos cenários, contribuindo para uma visão mais clara e ilustrativa das decisões a serem tomadas. Em seguida, utilizou-se o GMCR+ na aba de *option prioritization* para a entrada de preferências e fazendo uso de conectivos lógicos. A partir da inclusão desta ordenação das preferências do Provedor de TI pelas opções dentro do *software*, foi analisado o *ranking* de preferências deste DM *i* pelos estados viáveis do conflito, conforme apresentado nas Tabela 5 e Tabela 6.

Conforme retratado em Silva *et al.* (2020), os estados mais preferidos pelo fornecedor de TI estão ligados com a opção de compartilhamento de informações pelo Cliente de TI e a conclusão do projeto de forma integral pelo próprio fornecedor de TI. Além disso, constata-se que o estado s_{13} é o classificado como o mais preferido para os fornecedores de TI diante dos outros estados, visto que, neste estado s_{13} , o Cliente de TI também garante a rentabilidade do fornecedor de TI e o monitoramento do projeto de TI. Contudo, existem os estados menos preferíveis para um fornecedor de TI, que seriam os estados em que o cliente de TI não garante a rentabilidade para o fornecedor de TI, e o fornecedor de TI não cumpre o projeto de TI por completo.

Ao fazer um comparativo com o *ranking* do provedor de TI presente em Silva *et al.* (2020) (Tabela 5), constata-se que a priorização pelos estados iniciais permaneceu igual, neste caso, os estados s_{13} e s_9 . No entanto, houveram algumas modificações em relação às ordenações dos estados intermediários e das últimas posições. Acontecendo uma inversão das prioridades entre os estados (s_7 e s_4), (s_{11} e s_4), (s_6 e s_8) e (s_{12} e s_8), assim como a prioridade pelos estados s_2 e s_5 diminuiu, enquanto o estado s_{10} subiu de posição. Ao refletir esses dados com as Tabelas 2, 3 e 4, nota-se que essas prioridades se tornaram mais consistentes diante dos estados ordenados.

A partir dos *rankings* de estados mostrado na Tabela 6, torna-se possível refletir sobre o comportamento e interesses deste DM i diante de várias perspectivas relacionadas ao projeto, como um maior grau de importância dada aos objetivos de desempenho para conclusão do projeto com excelência e no prazo estabelecido, bem como a rentabilidade resultante, fazendo uso de troca de informações e sugestões de melhorias voltadas para as atividades desenvolvidas por ambas as partes, contribuindo também com uma melhor relação entre fornecedor e cliente.

Tabela 5 – *Ranking* de Preferências - Provedor de TI

| DM | <i>Ranking</i> de Preferências |
|----------------|---|
| Provedor de TI | $s_{13} \succ s_9 \succ s_4 \succ s_{11} \succ s_7 \succ s_5 \succ s_2 \succ s_8 \succ s_{12} \succ s_6 \succ s_{10} \succ s_1 \succ s_3$ |

Fonte: SILVA *et al.* (2020)

Tabela 6 – *Ranking* de Preferências - Provedor de TI

| DM | <i>Ranking</i> de Preferências |
|----------------|---|
| Provedor de TI | $s_{13} \succ s_9 \succ s_{11} \succ s_7 \succ s_4 \succ s_{10} \succ s_{12} \succ s_6 \succ s_8 \succ s_3 \succ s_5 \succ s_1 \succ s_2$ |

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 7 – *Ranking* de Preferências - Cliente de TI

| DM | <i>Ranking</i> de Preferências |
|---------------|---|
| Cliente de TI | $s_{11} \succ s_{13} \succ s_7 \succ s_9 \succ s_{12} \succ s_8 \succ s_{10} \succ s_6 \succ s_4 \succ s_5 \succ s_2 \succ s_3 \succ s_1$ |

Fonte: SILVA *et al.* (2020)

4.2.4.2 Estabilidades e Equilíbrios

Para a análise de estabilidades e dos estados de equilíbrios utilizou-se também o SAD GMCR+ de acordo com as quatro definições de estabilidades: R, GMR, SMR, SEQ. Assim, o *software* GMCR+ apontou os estados que são equilíbrios e possíveis soluções para o conflito, apresentados nas Tabelas 8 e 9.

Neste conflito, constata-se de início que em Silva *et al.* (2020) os estados s_4 e s_{11} da Tabela 8 são sugeridos como equilíbrios do conflito para todos os conceitos de estabilidade. Contudo, apenas o estado s_{11} da Tabela 9 é selecionado como estável para os dois DMs do conflito em ambos os trabalhos, tanto em Silva *et al.* (2020) quanto neste capítulo da dissertação, segundo todos conceitos de estabilidade analisados. Desta forma, vale destacar que o estado s_{11} denota informações relevantes em relação ao comportamento dos DMs na tomada de decisão diante da priorização das opções aderidas. Assim, retratando o papel da responsabilidade do provedor em cumprir o projeto firmado, bem como sua coordenação e acompanhamento do mesmo para obtenção de resultados efetivos, e principalmente, a importância do compartilhamento de informações e monitoramento do projeto pelo Cliente de TI.

Tabela 8 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito

| Estabilidades | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 | s_6 | s_7 | s_8 | s_9 | s_{10} | s_{11} | s_{12} | s_{13} |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Nash | | | | X | | | | | | | X | | |
| GMR | X | | | X | | | | | | | X | | X |
| SMR | X | | | X | | | | | | | X | | X |
| SEQ | | | | X | | | | | | | X | | |

Fonte: SILVA *et al.* (2020)

Tabela 9 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito

| Estabilidades | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 | s_6 | s_7 | s_8 | s_9 | s_{10} | s_{11} | s_{12} | s_{13} |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|
| Nash | | | | | | | | | | | X | | |
| GMR | | | | | | | | | | | X | | X |
| SMR | | | | | | | | | | | X | | |
| SEQ | | | | | | | | | | | X | | X |
| SSEQ | | | | | | | | | | | X | | |

Fonte: O Autor (2023)

Assim, os resultados obtidos recomendam que o Provedor de TI execute suas atividades com excelência para a conclusão integral do projeto de TI, realizando a coordenação das tarefas desempenhadas, bem como levando em consideração um retorno financeiro favorável do trabalho desenvolvido. E principalmente, que ambas as partes consigam trocar informações sobre pontos-chaves que podem ser melhorados no decorrer da aquisição e teste deste serviço de TI. Logo, a técnica de priorização de opções sob múltiplos critérios contribui para uma melhor estruturação do problema, tanto para o decisor envolvido no conflito quanto para o especialista responsável pela aplicação desta técnica.

Inclusive, o sucesso dos projetos de terceirização de TI se destaca como uma das partes mais fundamentais na relação entre o provedor de TI e as empresas clientes. Contudo, apesar da existência de um gerenciamento de esforços e motivações envolvidas neste relacionamento de terceirização de TI, nem sempre os resultados e o sucesso almejados são alcançados (DELEN *et al.*, 2016). Desta forma, vale citar que o sucesso dos projetos de terceirização na área de TI está relacionado com vários fatores, como: a qualidade da parceria entre as partes envolvidas, a flexibilidade e a confiança, que são elementos significativos para a efetividade do projeto (GROVER; CHEON; TENG, 1996; LEE; KIM, 1999; LEE, 2001; LEE; CHOI, 2011; HAN; LEE; SEO, 2008; SIA; KOH; TAN, 2008).

Outro fator importante dentro dos projetos de terceirização de TI é a duração do contrato, como mostrado em Lee, Miranda e Kim (2004), visto que a conclusão do projeto dentro do prazo estabelecido se caracteriza como um objetivo primordial a ser atingido pelo fornecedor do serviço de TI. Diante disso, a principal contribuição deste trabalho foi justamente propor o processo de elicitação das preferências do Provedor de TI sob múltiplos critérios a partir da utilização da técnica de priorização de opções e do *software* GMCR+.

Então, ao aplicar esta nova abordagem com o responsável pelo projeto desenvolvido pela empresa provedora de serviços de TI foi possível constatar benefícios em relação às facilidades na interpretação e análise das informações referentes às opções disponíveis para este decisor, visto que o mesmo relatou que esta nova técnica demandou menos esforço cognitivo e demonstrou ser mais prática em comparação com o *ranking* direto. Além disso, o resultado obtido das preferências com a nova

técnica refletiu melhor a realidade da empresa.

Logo, a técnica de priorização de opções sob a perspectiva de diversos critérios contribui para um melhor enriquecimento das decisões tomadas pelo decisor, principalmente, pelo fato de levar em consideração vários contextos que o decisor deve se atentar ao tomar decisões, ou seja, proporciona que o processo de decisão se torne mais prático, efetivo, dinâmico e assertivo. Além de poder ser aplicada em conflitos com um maior número de estados em comparação com o *ranking* direto.

5 UMA PROPOSTA DE ANÁLISE DE CONFLITOS POR ETAPAS ATRAVÉS DO MODELO DE GRAFOS

Neste capítulo é proposta uma nova metodologia de elicitación de preferências dentro da técnica de priorização de opções sob a perspectiva do GMCR, com o intuito de tornar a modelagem do conflito mais eficiente, uma vez que, a obtenção das preferências dos DMs é dificultada pelo tamanho do conflito. A proposta consiste em particionar o conjunto de opções do conflito, baseando-se em uma ordem de importância, e aplicar a técnica de priorização de opções e a análise de estabilidade do conflito considerando um subconflito no qual somente as opções em cada subconjunto da partição estão disponíveis. Além disso, somente os estados que são equilíbrios em uma dada etapa serão considerados viáveis nas etapas seguintes. Os principais resultados verificados estão relacionados com a diminuição do esforço cognitivo pelo decisor e geração de soluções mais eficazes e consistentes a fim de sanar as reais necessidades do conflito, pois o fato de trabalhar as opções em partes contribui para uma visão mais simplificada e robusta do problema. Para ilustrar o método proposto, um conflito real foi utilizado.

5.1 ETAPAS DA ABORDAGEM

Esta nova abordagem surge com o intuito de facilitar o processo de elicitación de preferências do decisor em conflitos com um grande número de opções. Devido a isso, surge a necessidade de separar esse processo de elicitación de preferências em mais de uma etapa. A ideia é que os tomadores de decisão (DMs) irão chegar a resolução do conflito em vários passos, onde os estados viáveis de um passo dependem dos estados de equilíbrio do passo imediatamente anterior, até se chegar ao último passo em que todas as opções disponíveis tenham sido levadas em consideração.

De uma forma geral, nesta abordagem busca-se adaptar esse desmembramento da priorização de opções sob o contexto do GMCR. Deste modo, ao invés de ser elicitado afirmações de preferências envolvendo todo o conjunto de opções de uma só vez, resultando assim em uma preferência sobre todo o conjunto de estados viáveis do conflito, objetiva-se dividir esse processo de elicitación em mais de uma etapa, onde a cada etapa os DMs expressam afirmações de preferências sob um subconjunto das opções disponíveis, sendo as opções prioritárias envolvidas nas elicitaciones das

primeiras etapas.

Apesar de se mostrar uma boa técnica para resolução de alguns conflitos, a técnica de priorização de opções tem limitações quando o número de opções do conflito é elevado, pois se torna cognitivamente difícil estabelecer esta lista ordenada de afirmações de opções. Para resolver este problema, é proposto neste estudo, dividir a resolução do conflito em etapas, resolvendo primeiro as questões (opções) mais relevantes. Logo, segue abaixo o modelo formal da abordagem.

Formalmente, seja $\mathcal{O}^* = \{\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n\}$, em que $\alpha_I \subseteq \mathcal{O}$ é o subconjunto de opções a ser negociado na I -ésima etapa do conflito, $\alpha_I \subsetneq \alpha_{I+1}$, para $I = 1, 2, \dots, n - 1$ e $\alpha_n = \mathcal{O}$. Inclusive, vale lembrar que o termo \mathcal{O} trata-se do conjunto de todas as opções do conflito, enquanto \mathcal{O}^* refere-se ao conjunto de todos os subconjuntos das opções de cada etapa do conflito.

Nessa abordagem, existirão várias etapas para realizar a elicitación das preferências dos DMs. A ideia é que na primeira etapa as afirmações de preferência só envolvam as opções dentro do conjunto α_1 e na I -ésima etapa a elicitación envolva acrescentar novas afirmações de preferência na lista envolvendo apenas as opções em α_I . O número de etapas e a ordem em que as opções aparecerão nas etapas é fruto de uma etapa de pré-negociação e deve levar em conta tanto a quantidade de opções do conflito, como as prioridades dos DMs e as interdependências entre as opções. Neste trabalho, assumiremos que esta etapa de pré-negociação já foi previamente resolvida e os conjuntos α_I 's são dados de entrada do nosso problema. A seguir será descrito de forma cronológica um breve resumo de como seria essa abordagem da priorização de etapas.

- a) Busca-se identificar os DMs do conflito;
- b) Faz-se o levantamento da quantidade de todas as opções do conflito controladas por estes DMs;
- c) Em seguida, o analista pode perguntar aos DMs se eles gostariam de realizar a negociação em paralelo de todos os itens em discussão no conflito ou se eles gostariam de priorizar certos tópicos sobre outros. Neste segundo caso, o analista deve então solicitar a ordem em que o DM deseja negociar os tópicos em discussão;
- d) Explica-se para os DMs que as declarações de preferências sobre as opções

- em cada etapa posterior devem respeitar uma ordem decrescente de prioridade diante da lista de declarações de preferências resultantes ao final de cada etapa;
- e) Sugere-se que os DMs priorizem as opções consideradas relevantes para ele na primeira etapa, levando-se em consideração que as opções consideradas mais importantes sejam negociadas primeiro;
 - f) Preenche-se como condições inviáveis na etapa seguinte todos os estados que não satisfazem a noção de equilíbrio sugerido na etapa anterior.
 - g) Solicita-se que os DMs priorizem na etapa seguinte as opções que ainda não foram priorizadas, e assim sucessivamente;
 - h) Após obter todas as declarações de preferências sobre todas as opções do conflito no final da última etapa, terá como resultado uma sugestão de resolução para o conflito.

A ideia é que a cada etapa, ao final da lista de declarações de preferências de cada DM, acrescentam-se novas declarações que envolvam as novas opções incorporadas na etapa para que se obtenham as preferências dos DMs naquela etapa. Como nem todas as opções estão presentes em cada etapa, os estados do conflito são parcialmente descritos por estados parciais a cada etapa. Formalmente, um estado parcial da I -ésima etapa é uma função $s : \alpha_I \rightarrow \{Sim, Não\}$. O conjunto de todos os estados parciais viáveis da I -ésima etapa será denotado por S_{α_I} , nestes estados estão em negociação apenas as opções em α_I com a restrição de que devem ser obedecidos os acordos feitos em etapas anteriores.

Neste sentido, na primeira etapa as opções inicialmente priorizadas pelos DMs são descritas em α_1 , resultando com isso, em um conjunto de estados S_{α_1} . Assim, para $\alpha_I, \alpha_j \in \mathcal{O}^*$, com $j > I$, temos que $\alpha_I \subsetneq \alpha_j$, então S_{α_j} é considerado mais refinado do que S_{α_I} , pelo fato dos estados parciais no conjunto de estados S_{α_j} descreverem todas as opções descritas nos estados parciais em S_{α_I} e outras mais. Formalmente isso é denotado por $S_{\alpha_j} \geq S_{\alpha_I}$.

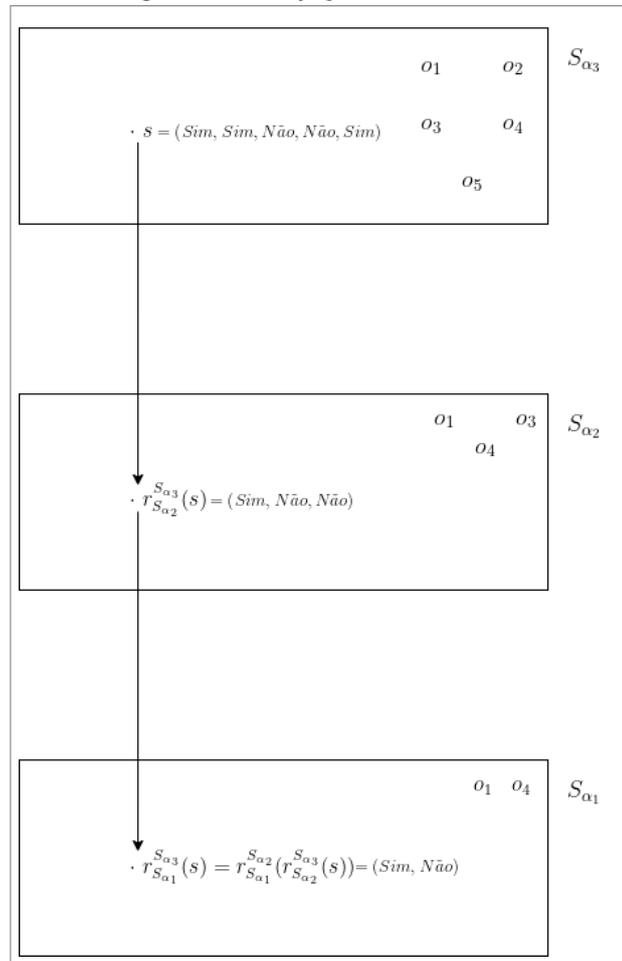
Como o próprio nome diz, os estados parciais são descrições parciais dos estados do conflito, então estes estados estão relacionados. Neste trabalho utiliza-se a noção de projeção, proposta em Heifetz, Meier e Schipper (2006), para retratar esta relação. Para $\alpha_I \subseteq \alpha_j$ e um estado $s \in S_{\alpha_j}$, defini-se a projeção deste estado em S_{α_I} como sendo $r_{\alpha_I}^{\alpha_j}(s) \in S_{\alpha_I}$ de forma que $r_{\alpha_I}^{\alpha_j}(s)(o) = s(o)$, para todo $o \in \alpha_I$.

Portanto, as mesmas opções em α_I são tomadas em $s \in S_{\alpha_j}$ e em $r_{\alpha_I}^{\alpha_j}(s) \in S_{\alpha_I}$. Além disso, assumimos que $S_{\alpha_I} = \{r_{\alpha_I}^{\alpha_n}(s) : s \in S\}$, ou seja, o conjunto de estados viáveis na I -ésima etapa é o conjunto das projeções dos estados viáveis do conflito considerando o conjunto de opções disponíveis na I -ésima etapa.

Para facilitar melhor o entendimento dessas projeções de estados entre espaços de estados considere o exemplo e a Figura 1 a seguir. Suponha que $\mathcal{O} = \{o_1, o_2, o_3, o_4, o_5\}$, que $\alpha_1 = \{o_1, o_4\}$, $\alpha_2 = \{o_1, o_3, o_4\}$ e $\alpha_3 = \mathcal{O}$. Considerando que todos os estados são viáveis, temos que S_{α_3} tem $2^5 = 32$ estados, S_{α_2} tem $2^3 = 8$ estados e S_{α_1} tem $2^2 = 4$ estados. Então, S_{α_3} é mais refinado que S_{α_1} e que S_{α_2} , e S_{α_2} é mais refinado que S_{α_1} . Um dos estados de S_{α_3} é $s = (Sim, Sim, Não, Não, Sim)$, em que apenas as opções o_1, o_2 e o_5 são tomadas. A projeção de s em S_{α_2} é $r_{S_{\alpha_2}}^{S_{\alpha_3}}(s) = (Sim, Não, Não)$, em que só a opção o_1 é tomada do conjunto disponível em α_2 , e a projeção de s em S_{α_1} é $r_{S_{\alpha_1}}^{S_{\alpha_3}}(s) = (Sim, Não)$, em que só a opção o_1 é tomada do conjunto disponível em α_1 . Ao tomar a projeção de um estado em S_{α_2} em S_{α_1} , neste caso, se $s' = (Não, Sim, Não)$, temos que $r_{S_{\alpha_1}}^{S_{\alpha_2}}(s') = (Não, Não)$.

Deste modo, na I -ésima etapa de análise do conflito, obtém-se pelo método da priorização de opções as preferências \succ_k^I , para $k \in N^I$, sobre o conjunto de estados parciais S_{α_I} , onde o termo N^I representará o conjunto de DMs da etapa I . Além disso, utilizaremos a notação A_k^I para representar os estados acessíveis ao DM k na etapa I do conflito. Porém, ao realizar a análise de estabilidade da I -ésima etapa, nem todos os estados em S_{α_I} serão considerados, pois os estados que não satisfizerem a noção de equilíbrio na etapa anterior serão desconsiderados da etapa seguinte, visto que, o equilíbrio determinará aquilo que já foi negociado pelos DMs em uma dada etapa, e uma vez que esta negociação é feita, assumimos que os DMs não renegociarão aquilo que já foi acordado em etapas futuras. Os conjuntos de acessibilidade a cada etapa também devem levar em conta quais mudanças de opções são permitidas no conflito original. A seguir descreve-se formalmente cada etapa de modelagem e análise do conflito.

Figura 1 – Projeções de Estados



Fonte: O Autor (2023)

5.1.1 Etapa 1

Nesta primeira etapa, é realizada uma análise de estabilidade convencional considerando o GMCR $(S_{\alpha_1}, \{A_k^1\}_{k \in N^1}, \{\succ_k^1\}_{k \in N^1})$, em que $(s_p^1, s_l^1) \in A_k^1$ se e somente se $(s_p, s_l) \in A_k$, $s_p^1 = r_{\alpha_1}^{\alpha_n}(s_p)$ e $s_l^1 = r_{\alpha_1}^{\alpha_n}(s_l)$. Além disso, se $\Psi_k(\alpha_1) = (\psi_k^1(\alpha_1), \psi_k^2(\alpha_1), \dots, \psi_k^{l_k^1}(\alpha_1))$ é a lista ordenada de declarações de preferências do DM k na Etapa 1, o estado $s_p^1 \succ_k^1 s_l^1$ se existe $1 \leq t^* \leq l_k^1$ tal que $\psi_k^t(\alpha_1)(s_p^1) = \psi_k^t(\alpha_1)(s_l^1)$ para $t < t^*$, $\psi_k^{t^*}(\alpha_1)(s_p^1) = V$, e $\psi_k^{t^*}(\alpha_1)(s_l^1) = F$. Para $STAB \in \{Nash, GMR, SMR, SEQ \text{ e } SSEQ\}$, defina por S_1^{STAB} o subconjunto de S_{α_1} consistindo dos estados que satisfazem a noção $STAB$ de equilíbrio na Etapa 1.

5.1.2 Etapa $I \geq 2$

Para a etapa I , o conjunto de estados considerados na análise é dado pelo subconjunto de S_{α_I} cujos estados têm projeção em $S_{\alpha_{I-1}}$ dentro do conjunto S_{I-1}^{STAB} . Formalmente, $\Omega_I^{STAB} = \{s \in S_{\alpha_I} : r_{\alpha_{I-1}}^{\alpha_I}(s) \in S_{I-1}^{STAB}\}$. O conjunto de acessibilidade para o DM k na I -ésima etapa, $A_k^I \subseteq \Omega_I^{STAB} \times \Omega_I^{STAB}$ será dado por $(s_p^I, s_l^I) \in A_k^I$ se e somente se $(s_p, s_l) \in A_k$, $s_p^I = r_{\alpha_I}^{\alpha_n}(s_p)$ e $s_l^I = r_{\alpha_I}^{\alpha_n}(s_l)$. Além disso, se

$$\Psi_k(\alpha_I) = \Psi_k(\alpha_{I-1}) \circ (\phi_k^1(\alpha_I), \phi_k^2(\alpha_I), \dots, \phi_k^{n_k^I}(\alpha_I)) = (\psi_k^1(\alpha_I), \psi_k^2(\alpha_I), \dots, \psi_k^{l_k^I}(\alpha_I)), \quad (5.1)$$

em que \circ é a concatenação de duas listas de declarações de preferências, $l_k^I = l_k^{I-1} + n_k^I$ e $\Psi_k(\alpha_I)$ é a lista ordenada de declarações de preferências do DM k na etapa I , o estado $s_p^I \succ_k^I s_l^I$ se existe $1 \leq t^* \leq l_k^I$ tal que $\psi_k^t(\alpha_I)(s_p^I) = \psi_k^t(\alpha_I)(s_l^I)$ para $t < t^*$, $\psi_k^{t^*}(\alpha_I)(s_p^I) = V$, e $\psi_k^{t^*}(\alpha_I)(s_l^I) = F$. Finalmente, fazemos uma análise de estabilidade convencional considerando o GMCR $(\Omega_I^{STAB}, \{A_k^I\}_{k \in N^I}, \{\succ_k^I\}_{k \in N^I})$. Para $STAB \in \{Nash, GMR, SMR, SEQ \text{ e } SSEQ\}$, defina por S_I^{STAB} o subconjunto de Ω_I^{STAB} consistindo dos estados que satisfazem a noção $STAB$ de equilíbrio na Etapa I .

Uma questão que pode surgir é se o conjunto de estados de equilíbrio passo a passo coincide com o conjunto de estados de equilíbrio que se obteria considerando apenas a última lista de declarações da etapa final e utilizando a técnica usual de priorização de opções para todos os estados do conflito. Este segundo método não envolve a negociação passo a passo das opções, mas apenas a obtenção da lista ordenada de preferência de modo passo a passo. De fato, o conjunto de equilíbrios que se obtém nos dois casos é distinto, pois ao negociar as opções passo a passo, restrições de inviabilidade são impostas nos estados das etapas futuras. Dito isto, salienta-se que o interesse aqui é considerar o caso em que as negociações são feitas passo a passo de acordo com o modo em que os DMs previamente escolhem negociar as opções.

Um estado $s \in S$ é um equilíbrio passo a passo de acordo com a noção de estabilidade $STAB$ se $s \in S_n^{STAB}$.

5.2 APLICAÇÃO

Nesta seção é apresentada uma aplicação da abordagem proposta, com a descrição do conflito, análise dos *rankings* de preferências e equilíbrios do conflito.

5.2.1 Descrição do Conflito

O conflito utilizado para demonstrar a aplicabilidade do método proposto neste trabalho é apresentado em Rêgo *et al.* (2021). Este é um conflito relacionado à insuficiência hídrica de um perímetro irrigado localizado no município de Limoeiro do Norte, região leste do estado do Ceará, que é responsável pela produção de diversos tipos de verduras e legumes. A Tabela 10 apresenta os DMs envolvidos no conflito enquanto a Tabela 11 descreve as opções disponíveis para estes DMs no conflito.

Tabela 10 – DMs do Conflito

| DMs | Descrição |
|-----------------------------------|--|
| Organizações Governamentais (DM1) | COGERH, DNOCS, SOHIDRA. |
| Pequenos Agricultores (DM2) | Representantes das famílias dos pequenos agricultores locais. |
| Agronegócio (DM3) | Representantes de grandes empresas do agronegócio instaladas no perímetro irrigado. |
| Sociedade Civil (DM4) | Representantes de entidades comunitárias, associações técnico-científicas (UFC, IFCE) e associações profissionais. |

Fonte: RÊGO *et al.* (2021)

Tabela 11 – Opções do Conflito

| Organizações Governamentais (DM1) | Descrição |
|-----------------------------------|--|
| o_1 | Exigir a implantação de um sistema de reúso de água por grandes empresas. |
| o_2 | Aumentar as tarifas de bombeamento de água para os produtores. |
| Pequenos Agricultores (DM2) | Descrição |
| o_3 | Perfurar poços de águas profundas. |
| Agronegócio (DM3) | Descrição |
| o_4 | Cultivar culturas que consumam menos água. |
| Sociedade Civil (DM4) | Descrição |
| o_5 | Oferecer capacitação política e mobilização social em apoio aos pequenos agricultores. |

Fonte: RÊGO *et al.* (2021)

Em consonância com o estudo de Rêgo *et al.* (2021), constata-se que os Órgãos Governamentais a fim de solucionar o problema da crise hídrica no perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi da Chapada do Apodi possuem duas opções possíveis para reduzir o consumo da água, que estão apresentadas na Tabela 11. Contudo, essas opções não são preferíveis pelos outros DMs, como o Agronegócio, Pequenos Agricultores e a

Sociedade Civil, visto que a execução dessas ações acarretará custos mais elevados para eles.

Além disso, pelo fato de existir água subterrânea na região do perímetro irrigado, os agricultores podem perfurar poços de água com o intuito de ter mais recursos de águas disponíveis. No entanto, essa opção teria um custo mais elevado. Partindo do lado do agronegócio, nota-se que pode existir a adesão de culturas que utilizem menos água, porém não é desejável em virtude da mudança no desenho do mercado que o acompanha. Já a sociedade civil tem como ação possível promover a formação política e a mobilização social para dar apoio e suporte aos pequenos agricultores.

Logo, de acordo com a Tabela 12, entende-se que o conflito de origem relatado em Rêgo *et al.* (2021), apresenta 32 estados possíveis, visto que, neste conflito não existe estados inviáveis. Outrossim, é que cada estado tem opções que podem ser tomadas ou não pelos DMs, representadas por Sim e Não, respectivamente.

Tabela 12 – Estados do Conflito - Provedor de TI x Cliente de TI

| | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 | s_6 | s_7 | s_8 | s_9 | s_{10} | s_{11} | s_{12} | s_{13} | s_{14} | s_{15} | s_{16} |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| DM1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_1 | Não | Sim |
| o_2 | Não | Não | Sim | Sim |
| DM2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_3 | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |
| DM3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_4 | Não | Sim |
| DM4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_5 | Não |
| | s_{17} | s_{18} | s_{19} | s_{20} | s_{21} | s_{22} | s_{23} | s_{24} | s_{25} | s_{26} | s_{27} | s_{28} | s_{29} | s_{30} | s_{31} | s_{32} |
| DM1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_1 | Não | Sim |
| o_2 | Não | Não | Sim | Sim |
| DM2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_3 | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |
| DM3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_4 | Não | Sim |
| DM4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| o_5 | Sim |

Fonte: RÊGO *et al.* (2021)

A seguir é aplicado o método proposto neste trabalho para modelar e analisar este conflito.

5.2.2 Resultados e Discussões

Nesta seção, são apresentados os resultados decorrentes da aplicação do método proposto, utilizando como base os conceitos apresentados, nos Capítulos 2 e 5, Seção 2.1.2, 2.1.3 e 5.1.

5.2.2.1 Aplicação da Técnica de Priorização de Opções em Etapas

O conflito em questão é dividido em duas fases, com o intuito de facilitar o processo de elicitacão, de modo que os DMs analisem e julguem melhor suas preferências sobre as opções, independente da quantidade de opções a serem trabalhadas, uma vez que, esta metodologia promove trabalhar com uma quantidade maior de opções com menos esforço cognitivo e maior flexibilidade. Neste caso, a primeira etapa aborda um subconjunto de opções ou combinações lógicas de opções que são consideradas mais relevantes para a problemática analisada, com base nas preferências dos DMs considerados.

Após avaliar os DMs envolvidos na primeira etapa, posteriormente, objetiva-se na segunda etapa organizar e fazer a elicitacão das declarações de preferências sobre as outras opções que ainda não foram consideradas. No entanto, as declarações de preferências sobre as opções que foram realizadas na primeira etapa lideram o *ranking* das declarações das etapas subsequentes, ficando as declarações elicítadas na segunda etapa abaixo das declarações da primeira etapa, e em seguida, é averiguado as possíveis sugestões de soluções para o conflito.

5.2.2.1.1 Primeira Etapa

Em geral, antes da primeira etapa do conflito, espera-se que haja uma pré-negociação das opções que serão negociadas a cada etapa do conflito, sendo as opções mais relevantes negociadas prioritariamente. Esses dados iniciais servirão como entrada para o modelo. Contudo, no conflito em questão, que foi retirado da literatura, o o autor desta dissertação e seus orientadores propuseram hipoteticamente analisar a primeira etapa envolvendo dois DMs, principalmente, porque o DM1 é o órgão público responsável por tomar alguma decisão a fim de resolver a crise hídrica, e o DM3 por se tratar de grandes empresas do agronegócio que demandam um alto

consumo de águas.

Para este caso, os autores consideraram-se, neste primeiro momento, três opções, uma vez que, somente os DMs que controlam estas opções prioritárias fazem parte da modelagem da primeira etapa, a saber: as opções o_1 e o_2 das Organizações Governamentais (DM1) e a opção o_4 do Agronegócio (DM3). As preferências dos DMs que são retratadas na Tabela 13 foram obtidas através da priorização de opções. Vale esclarecer que, para este trabalho, considera-se apenas as declarações de preferências que envolvem somente as opções o_1 , o_2 e o_4 de acordo com Rêgo *et al.* (2021) mantida a ordem de prioridade das mesmas.

Tabela 13 – Lista de declarações de preferências - 1ª Etapa

| DM1 | DM3 |
|-----------------|-------------------------|
| $o_1 \& (-o_4)$ | $(-o_1) \& (-o_2)$ |
| o_4 | $-o_4$ |
| o_1 | o_4 if $(o_1 \& o_2)$ |
| o_2 | $-o_2$ |
| $o_1 \& o_2$ | |

Fonte: O Autor (2023)

Conforme mostrado na metodologia proposta, este subconjunto de opções pode levar a conjuntos de estados parciais, sendo ilustrado pela Tabela 14.

Tabela 14 – Estados do Conflito - 1ª Etapa

| | s_1^1 | s_2^1 | s_3^1 | s_4^1 | s_5^1 | s_6^1 | s_7^1 | s_8^1 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DM1 | | | | | | | | |
| o_1 | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim |
| o_2 | Não | Não | Sim | Sim | Não | Não | Sim | Sim |
| DM3 | | | | | | | | |
| o_4 | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |

Fonte: O Autor (2023)

Consequentemente, após a etapa de priorização de opções, obtém-se informações sobre as preferências dos DMs diante dos estados. Assim, conforme ilustrado pela Tabela 15, observa-se nos *rankings* de preferências que o estado mais preferível pelo DM1 é o estado s_4^1 , em que as opções o_1 e o_2 são tomadas, e por outro lado a opção o_4 não é tomada, isto é, as Organizações Governamentais buscam no primeiro momento adotar ações de implantação de um sistema de reúso da água pelas grandes empresas, seguido do aumento das tarifas de bombeamento, com a finalidade de otimizar os recursos hídricos.

No entanto, neste cenário anterior em que a opção o_4 não é preferível de ser tomada, leva a refletir o fato de tal ação demandar altos custos e redesenho da infraestrutura das grandes empresas, sendo mais efetivo o DM1 adotar as opções o_1 e o_2 , inicialmente. Para o DM3, observa-se que o estado mais preferível é o estado s_1^1 , em que ambos os DMs não tomam nenhuma ação de mudança, seguido do estado s_5^1 , onde ele adota novos formatos de funcionamento do seu empreendimento que reduzam o consumo de água, porém o DM1 também não deve executar as ações de exigir a obrigatoriedade da implantação de sistemas de reuso de água e nem aumentar a tarifa de bombeamento, visto que, neste cenário, o DM3 já teria custos elevados com a tomada da opção o_4 .

Tabela 15 – *Ranking* de Preferências dos DMs - 1ª Etapa

| DM | <i>Ranking de Preferências</i> | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DM1 | s_4^1 | \succ | s_2^1 | \succ | s_8^1 | \succ | s_6^1 | \succ | s_7^1 | \succ | s_5^1 | \succ | s_3^1 | \succ | s_1^1 |
| DM3 | s_1^1 | \succ | s_5^1 | \succ | s_2^1 | \succ | s_3^1 | \succ | s_4^1 | \succ | s_6^1 | \succ | s_7^1 | \sim | s_8^1 |

Fonte: O Autor (2023)

Além destas relações de preferências sobre os estados citadas anteriormente, têm-se também os conceitos de estabilidades e os equilíbrios sugeridos como possíveis soluções para o conflito. A seguir, a Tabela 16 mostra estes conceitos de estabilidades e os equilíbrios que levam em consideração este subconjunto de opções e as preferências dos DMs.

Tabela 16 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 1ª Etapa

| Estabilidades | s_1^1 | s_2^1 | s_3^1 | s_4^1 | s_5^1 | s_6^1 | s_7^1 | s_8^1 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nash | | | | X | | | | |
| GMR | | X | | X | | | | |
| SMR | | X | | X | | | | |
| SEQ | | | | X | | | | |
| SSEQ | | | | X | | | | |

Fonte: O Autor (2023)

Ao final da primeira etapa, encontram-se alguns equilíbrios para o conflito. No entanto, como os estados avaliados são parciais, estes equilíbrios ainda não constituem uma solução completa para o conflito, mas eles indicam possíveis resoluções diante das opções que fazem parte desta etapa de análise do conflito. Deste modo, os estados da próxima fase que não satisfizerem o equilíbrio nesta primeira etapa serão considerados inviáveis. Como existem várias noções de estabilidade e, conseqüentemente, de

equilíbrios, os estados inviáveis da segunda etapa dependem da noção de equilíbrio considerada na primeira etapa. Neste conflito, se considerarmos a estabilidade de Nash, SEQ ou SSEQ, apenas o estado s_4^1 será equilíbrio, indicando que somente os estados em que as opções o_1 e o_2 são tomadas e a opção o_4 não é tomada permanecem viáveis. Por outro lado, se considerarmos a estabilidade GMR ou SMR, os estados s_2^1 e s_4^1 são equilíbrios, indicando que nos estados viáveis da segunda etapa, a opção o_1 deve ser tomada, mas não a opção o_4 . Por outro lado, não há restrição quanto a opção o_2 , pois existe um equilíbrio em que ela é tomada (s_4^1) e outro em que ela não é (s_2^1). Considerará estas duas possibilidades a seguir.

5.2.2.1.2 Segunda Etapa - Caso Nash, SEQ ou SSEQ

Na segunda etapa são incorporadas as condições inviáveis que não satisfazem ao estado de equilíbrio (noção *STAB* de equilíbrio da etapa 1) resultante da primeira etapa. A Tabela 17 ilustra os estados desta Etapa 2.1, considerando que os equilíbrios de Nash, SEQ ou SSEQ foram tratados na Etapa 1.

Tabela 17 – Estados do Conflito - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ)

| | $s_1^{2.1}$ | $s_2^{2.1}$ | $s_3^{2.1}$ | $s_4^{2.1}$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DM1 | | | | |
| o_1 | Sim | Sim | Sim | Sim |
| o_2 | Sim | Sim | Sim | Sim |
| DM2 | | | | |
| o_3 | Não | Sim | Não | Sim |
| DM3 | | | | |
| o_4 | Não | Não | Não | Não |
| DM4 | | | | |
| o_5 | Não | Não | Sim | Sim |

Fonte: O Autor (2023)

Além disso, as declarações de preferências expressas por cada DM anteriormente são mantidas no topo do *ranking*, e posteriormente logo abaixo, são inseridas as novas declarações de preferências com as outras opções que ainda não foram consideradas na primeira etapa. A Tabela 18 apresenta as listas de declarações de preferências consideradas nesta segunda etapa. Vale esclarecer que, as novas declarações foram também obtidas de Rêgo *et al.* (2021), mantida a ordem de prioridade das mesmas.

De acordo com a Tabela 19, os estados mais preferíveis pelos DMs 1 e 2 são ($s_3^{2.1}$) e ($s_4^{2.1}$), e as relações de indiferença entre os estados para os DMs 3 e 4 são ($s_1^{2.1}$ e

Tabela 18 – Lista de declarações de preferências - 2ª Etapa

| DM1 | DM2 | DM3 | DM4 |
|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| $o_1 \& (-o_4)$ | $o_3 \& o_5$ | $(-o_1) \& (-o_2)$ | o_1 |
| o_4 | $(-o_2) \& o_3$ | $-o_4$ | o_4 |
| o_1 | $(o_1 \& o_3) \text{ if } o_2$ | $o_4 \text{ if } (o_1 \& o_2)$ | $(o_1 \& o_2) \text{ if } o_3$ |
| o_2 | $o_1 \text{ if } (-o_3)$ | $-o_2$ | o_3 |
| $o_1 \& o_2$ | o_3 | $-o_3$ | o_5 |
| $o_4 \& (-o_3)$ | $-o_2$ | $(-o_2) \& (-o_3)$ | |
| $o_2 \text{ iff } [(-o_1) \& o_3]$ | | | |
| $(o_1 \& o_2) \text{ iff } [o_3 / [(-o_4)] \& o_5]$ | | | |
| $(-o_3)$ | | | |

Fonte: O Autor (2023)

$s_3^{2.1}$) e ($s_3^{2.1}$ e $s_4^{2.1}$). Em comparação com os resultados presentes em Rêgo *et al.* (2021), nota-se que as opções tomadas por alguns DMs, em cada estado, permaneceram equivalentes, com a exceção do DM1. Neste sentido, no conflito retratado em Rêgo *et al.* (2021), os estados tidos como preferíveis por este DM1 foram aqueles em que ele não tomava nenhuma das suas duas opções; ao contrário dos resultados oriundos da aplicação da abordagem deste estudo, onde o estado preferível por ele foi o estado $s_3^{2.1}$ em que ele toma as opções o_1 e o_2 , o que faz mais sentido, visto que, trata-se dos Órgãos Governamentais responsáveis por resolver e intermediar o conflito a fim de solucioná-lo.

Ainda segundo a Tabela 19, nota-se que o estado $s_4^{2.1}$ é o mais preferível pelo DM2, tendo o suporte do DM4 para fornecimento de capacitação e instruções para mobilização social e demais temáticas, com a tomada da opção o_5 . Por outro lado, o DM3 apresenta uma relação de indiferença entre os estados $s_1^{2.1}$ e $s_3^{2.1}$, visto que, a opção o_5 tomada no estado $s_3^{2.1}$ e não tomada no estado $s_1^{2.1}$ é tratada como algo indiferente para ele, pois esta opção é preferencialmente destinada aos pequenos agricultores, e as demais ações tomadas nestes dois estados permanecem as mesmas.

Por fim, o DM4 também demonstrou uma relação de indiferença, porém entre os estados $s_3^{2.1}$ e $s_4^{2.1}$, onde ele disponibiliza a capacitação para o DM2, e fica a cargo do DM2 tomar a ação que melhor atenda as suas necessidades: sendo isto ilustrado nesta relação de indiferença, onde para o DM4 é indiferente o DM2 tomar ou não a opção o_3 nos estados $s_3^{2.1}$ e $s_4^{2.1}$.

Conforme ilustrado pela Tabela 20, observa-se que o estado $s_4^{2.1}$ é sugerido como uma potencial resolução para o conflito, atendendo a todos os conceitos de estabilidades. Este estado $s_4^{2.1}$ apresenta o cenário em que as Organizações Governamentais

Tabela 19 – *Ranking* de Preferências dos DMs - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ)

| DM | Ranking de Preferências | | | |
|-----|--|--|--|--|
| DM1 | $s_3^{2.1} \succ s_2^{2.1} \sim s_4^{2.1} \succ s_1^{2.1}$ | | | |
| DM2 | $s_4^{2.1} \succ s_2^{2.1} \succ s_1^{2.1} \sim s_3^{2.1}$ | | | |
| DM3 | $s_1^{2.1} \sim s_3^{2.1} \succ s_2^{2.1} \sim s_4^{2.1}$ | | | |
| DM4 | $s_3^{2.1} \sim s_4^{2.1} \succ s_1^{2.1} \sim s_2^{2.1}$ | | | |

Fonte: O Autor (2023)

(DM1) exigem a implantação de um sistema de reuso de água para reduzir o consumo de água pelo agronegócio e aumentam a tarifa de bombeamento de água com vistas a induzir um menor consumo pelos produtores. Quanto aos pequenos agricultores (DM2), é sugerido a perfuração de poços de águas profundas e para o agronegócio (DM3), que este não cultive lavouras que consumam menos água, e por fim, que a sociedade civil (DM4) continue oferecendo capacitação política e mobilização social, dando suporte aos pequenos agricultores.

Em comparação com a abordagem retratada em Rêgo *et al.* (2021), constata-se que o equilíbrio sugerido ao final desta análise como possível solução para o conflito foi diferente, em especial com a tomada da opção o_2 pelo DM1, pois no trabalho de Rêgo *et al.* (2021) esta ação de aumentar a tarifa de bombeamento a fim de induzir o menor consumo de água pelos produtores não era escolhida. Isso porque a decisão sobre essa opção já havia sido tomada na primeira etapa de análise, onde os Órgãos Governamentais fizeram um acordo com o agronegócio para que, ao não exigir que eles mudassem suas lavouras, o Governo decidiu adotar a medida de aumentar a taxa de bombeamento, a fim de manter o controle sobre o uso da água. Note que de acordo com a prioridade especificada neste trabalho, os DMs 2 e 4 não participam desta parte da negociação, pois suas opções foram consideradas de baixa prioridade.

Tabela 20 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 2ª Etapa (Nash, SEQ ou SSEQ)

| Estabilidades | $s_1^{2.1}$ | $s_2^{2.1}$ | $s_3^{2.1}$ | $s_4^{2.1}$ |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nash | | | | X |
| GMR | | | | X |
| SMR | | | | X |
| SEQ | | | | X |
| SSEQ | | | | X |

Fonte: O Autor (2023)

5.2.2.1.3 Segunda Etapa - Caso GMR ou SMR

Nesta segunda etapa foram incorporadas as condições inviáveis que não atenderam aos conceitos de estabilidades GMR e SMR apresentados na Tabela 16, em especial, tratando-se do estado s_2^1 , onde a opção o_1 deve ser adotada e a opção o_4 não. Quanto à opção o_2 , não há restrição, pelo fato de existirem dois equilíbrios, estados s_4^1 e s_2^1 , sendo que no primeiro ela é tomada, enquanto no segundo não.

Partindo deste pressuposto, constatou-se algumas contribuições trazidas apenas sob a perspectivas destas duas estabilidades. No primeiro momento, observou-se que a quantidade de estados resultantes desta segunda etapa permaneceu igual a primeira etapa (oito estados), porém maior que a abordagem anterior para o caso Nash, SEQ ou SSEQ que resultaram apenas em quatro estados na segunda etapa.

Inclusive, conforme ilustrado pela Tabela 22, os estados mais preferíveis pelos DMs 1 e 2 são $(s_6^{2.2})$ e $(s_7^{2.2})$, e as relações de indiferença entre os estados para os DMs 3 e 4 são $(s_1^{2.2}$ e $s_5^{2.2})$ e $(s_5^{2.2}$ e $s_6^{2.2})$. Em comparação com os resultados presentes na Tabela 22 para o caso Nash, SEQ e SSEQ, observou-se que as ações priorizadas por alguns DMs foram diferentes, neste caso, para os DMs 2, 3 e 4, onde apresentaram *rankings* distintos em relação ao caso anterior, principalmente, em virtude da não tomada da opção o_2 nos estados liderados nestes *rankings*, se assemelhando a resolução apresentada na obra de Rêgo *et al.* (2021), por outro lado, o *ranking* de preferência do DM1 permaneceu o mesmo.

Quanto aos estados sugeridos como possíveis soluções para o conflito, observou-se a partir da Tabela 23, que o estado $s_8^{2.2}$ permaneceu sendo o equilíbrio sob todos os conceitos de estabilidades, igual a abordagem anterior. No entanto, nesta nova abordagem da segunda etapa surgiu o estado $s_4^{2.2}$ como outra sugestão de equilíbrio do conflito sob a perspectiva das estabilidades GMR e SMR. O estado $s_4^{2.2}$ que aborda as estabilidades GMR e SMR, se difere do estado $s_8^{2.2}$ em decorrência da não escolha da opção o_5 , ou seja, neste estado $s_4^{2.2}$, o DM4 não fornece o suporte para os pequenos agricultores, ao contrário do estado $s_8^{2.2}$.

Assim, tornou-se possível observar que a nova abordagem proposta neste estudo, teve como principal finalidade dividir o processo de elicitacão de preferências do decisor em etapas, a fim de facilitar a obtenção de preferências, e contribuir na geração de resultados mais consistentes e de fácil calibração, visto que, os DMs poderão trabalhar

Tabela 21 – Estados do Conflito - 2ª Etapa (GMR e SMR)

| | $s_1^{2,2}$ | $s_2^{2,2}$ | $s_3^{2,2}$ | $s_4^{2,2}$ | $s_5^{2,2}$ | $s_6^{2,2}$ | $s_7^{2,2}$ | $s_8^{2,2}$ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| DM1 | | | | | | | | |
| o_1 | Sim |
| o_2 | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim | Não | Sim |
| DM2 | | | | | | | | |
| o_3 | Não | Não | Sim | Sim | Não | Não | Sim | Sim |
| DM3 | | | | | | | | |
| o_4 | Não |
| DM4 | | | | | | | | |
| o_5 | Não | Não | Não | Não | Sim | Sim | Sim | Sim |

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 22 – *Ranking* de Preferências dos DMs - 2ª Etapa (GMR e SMR)

| DM | Ranking de Preferências | | | | | | | |
|-----|---|--|--|--|--|--|--|--|
| DM1 | $s_6^{2,2} \succ s_4^{2,2} \sim s_8^{2,2} \succ s_2^{2,2} \succ s_1^{2,2} \succ s_5^{2,2} \succ s_3^{2,2} \sim s_7^{2,2}$ | | | | | | | |
| DM2 | $s_7^{2,2} \succ s_8^{2,2} \succ s_3^{2,2} \succ s_4^{2,2} \succ s_1^{2,2} \sim s_5^{2,2} \succ s_2^{2,2} \sim s_6^{2,2}$ | | | | | | | |
| DM3 | $s_1^{2,2} \sim s_5^{2,2} \succ s_3^{2,2} \sim s_7^{2,2} \succ s_2^{2,2} \succ s_6^{2,2} \succ s_4^{2,2} \sim s_8^{2,2}$ | | | | | | | |
| DM4 | $s_5^{2,2} \sim s_6^{2,2} \sim s_8^{2,2} \succ s_1^{2,2} \sim s_2^{2,2} \sim s_4^{2,2} \succ s_7^{2,2} \succ s_3^{2,2}$ | | | | | | | |

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 23 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - 2ª Etapa (GMR e SMR)

| Estabilidades | $s_1^{2,2}$ | $s_2^{2,2}$ | $s_3^{2,2}$ | $s_4^{2,2}$ | $s_5^{2,2}$ | $s_6^{2,2}$ | $s_7^{2,2}$ | $s_8^{2,2}$ |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Nash | | | | | | | | X |
| GMR | | | | X | | | | X |
| SMR | | | | X | | | | X |
| SEQ | | | | | | | | X |
| SSEQ | | | | | | | | X |

Fonte: O Autor (2023)

com um maior número de opções, demandando menos esforço cognitivo.

Ao fazer um comparativo com a abordagem retratada em Rêgo *et al.* (2021), percebe-se uma diferença na sugestão de solução para o conflito. Especificamente, na solução apontada no trabalho original de Rêgo *et al.* (2021), onde a opção o_2 do DM 1 não é tomada, levando em consideração os conceitos Nash, SEQ ou SSEQ.

Inclusive, verificou-se que ao considerar os conceitos de estabilidade GMR e SMR, constatou-se resultados também consistentes, porém com a sugestão de mais um outro estado, neste caso o estado $s_4^{2,2}$ presente na Tabela 23, onde a opção o_5 não é tomada, ou seja, o DM4 não fornece o suporte para os pequenos agricultores, ao contrário do estado $s_8^{2,2}$.

Logo, a partir desta abordagem proposta e com o auxílio do *software* GMCR+, verificou-se que a aplicação da técnica de priorização de opções em etapas e integrada ao método GMCR, contribuíram substancialmente para uma análise mais sistemática do conflito retratado em Rêgo *et al.* (2021). Esta proposta se destaca, em virtude

de tornar o processo de elicitación mais compreensivo e ilustrativo para os DMs, pois eles conseguirão compreender e avaliar melhor as consequências de suas ações, isto é, tornando-se desta forma uma proposta de abordagem mais robusta para apoiar e contribuir com a geração de resultados consistentes para o processo de tomada de decisão em conflitos.

6 UMA ANÁLISE DO CONFLITO DA PESCA DURANTE O PERÍODO DA PIRACEMA ATRAVÉS DO MODELO DE GRAFOS

O presente capítulo apresenta uma aplicação do GMCR alinhado a técnica de priorização de opções em um conflito voltado para um contexto ambiental no Brasil. Para o desenvolvimento deste estudo, levou-se em consideração dois decisores, o pescador e o governo, além de quatro opções a serem tomadas por eles. No entanto, para o pescador analisou-se o conflito sobre dois perfis de personalidades diferentes, caracterizando-se como o cenário em que se tinha o Pescador Responsável (PR), e em seguida o Pescador Irresponsável (PI). Logo, este conflito retrata a questão da preservação das espécies nativas de ambientes aquáticos durante o seu período reprodutivo, no Brasil esse período é popularmente conhecido como o período da Piracema, quando o pescador é amparado pela política pública do Seguro-Desemprego do Pescador Artesanal (SDPA). A partir da modelagem do conflito constatou-se algumas sugestões de estados de equilíbrio para o conflito, salientando a intensificação de ações fiscalizatórias pelo governo.

6.1 APLICAÇÃO

Nesta seção é apresentada a modelagem do conflito relacionado com a atividade pesqueira em períodos de proibição, com a descrição do conflito, análise dos *rankings* de preferências e equilíbrios do conflito.

6.1.1 Descrição do Conflito

O conflito em estudo aborda um contexto ambiental envolvendo dois DMs, o pescador artesanal e as ações governamentais, sendo voltado para a preservação de espécies nativas de ambientes aquáticos. Assim, vale definir, que o período da piracema trata-se de espécies que vivem em habitats aquáticos e que necessitam de um certo período de tempo para realizar a sua reprodução (NAVARRO, 2013). Este período tem como principal finalidade garantir a sustentabilidade das espécies, visto que, a pesca predatória executada em períodos de reprodução podem colocar em extinção inúmeras espécies de peixes, crustáceos entre outros.

Com o intuito de favorecer o respeito ao período da piracema, foi criado no Brasil

por meio da Lei nº 8.287, de 20 de dezembro de 1991, o benefício SDPA. Contudo, segundo o relatório de avaliação de gastos diretos sobre o seguro defeso, constata-se que esta restrição da pesca no período da piracema, acarreta duas consequências sociais: o enfraquecimento de comunidades tradicionais e a impossibilidade do pescador artesanal obter alguma renda resultante da pesca durante o período de proibição (BRASIL, 2019). Logo, estes fatores podem provocar a violação do período de defeso.

Para o pescador receber o pagamento do SDPA deve estar cadastrado no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), que é o registro do Poder Executivo Federal que tem como finalidade credenciar as pessoas físicas e jurídicas para exercerem as atividades de pesca e aquicultura (BRASIL, 2019).

O órgão público responsável pelo processamento e habilitação do beneficiário, bem como o monitoramento operacional dos benefícios é o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), e cabe a Caixa Econômica Federal a operacionalização do pagamento (BRASIL, 2019).

Conforme exposto nas Leis nº 10.779, de 25 de novembro de 2003, e 11.959, de 29 de junho de 2009, e nos Decretos nº 8.424, de 31 de março de 2015, e 8.425, de 31 de março de 2015, o pescador deve preencher alguns requisitos para ter direito a este benefício, como:

- a) Exercer de maneira ininterrupta a atividade da pesca, seja individualmente ou em regime de economia familiar. O termo ininterrupta tratado anteriormente, refere-se a atividade exercida durante o período compreendido entre o término do defeso anterior e o início do defeso em curso, ou nos doze meses imediatamente anteriores ao início do defeso em curso, o que for menor;
- b) Ter registro ativo há pelo menos um ano no RGP na condição de pescador artesanal;
- c) Ser segurado especial, na categoria de pescador profissional artesanal;
- d) Comercializar sua produção a pessoa física ou jurídica, comprovando contribuição previdenciária nos últimos 12 meses imediatamente anteriores ao requerimento do benefício ou desde o último período de defeso até o início do período a que se referir o pagamento;
- e) Não estar em gozo de nenhum Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social ou da Previdência Social, exceto auxílio-acidente e pensão por morte;

- f) Não ter vínculo de emprego ou outra relação de trabalho, ou ainda fonte de renda diversa da decorrente da atividade pesqueira, o que for menor.

Segundo informações da Secretaria de Tesouro Nacional (STN) retratadas no relatório de gastos sobre o SDPA, verificou-se que de 1998 a 2018, houve um aumento expressivo da despesa com o SDPA, passando de R\$13 milhões para R\$2,54 bilhões, representando uma média de aumento de 29% ao ano (BRASIL, 2019). Ressaltando-se que este crescimento foi decorrente principalmente da alta do número de beneficiários, refletidos em média de 16% ao ano. Logo, percebe-se que esta política pública deve fazer levantamentos periódicos sobre a efetividade da sustentabilidade nas regiões de proibição, bem como intensificar as ações fiscalizatórias relacionadas tanto com a liberação do benefício quanto das áreas de preservação no período da piracema.

Contudo, ainda neste mesmo relatório de gastos citado anteriormente, é relatado pela Caixa Econômica Federal, que entre o período de maio de 2018 até maio de 2019, equivalente a 13 meses, constatou-se que 62% dos beneficiários do SDPA sacaram duas parcelas ou mais no mesmo dia, ou seja, cerca de R\$2,5 bilhões, inclusive, também observou-se que 32,5% dos beneficiários neste mesmo período receberam todas as parcelas em um dia (BRASIL, 2019). Então, apesar do SDPA ser pago para os beneficiários, a sua demora no processamento de requerimentos pelo INSS ou atraso nos pagamentos pela Caixa Econômica Federal, são fatores que podem influenciar diretamente na prática da pesca predatória pelo pescador. Visto que, este benefício deve ser pago mensalmente no período de quatro meses consecutivos.

Assim, observa-se o surgimento de um conflito decorrente destas relações entre o pescador artesanal e o governo, onde o comportamento de um DM pode afetar as decisões do outro. Inclusive, para uma melhor abordagem deste conflito, buscou-se utilizar o *software* GMCR+, levando em consideração duas personalidades existentes de pescadores, o pescador responsável que preza pela preservação das espécies, e por outro lado, o pescador irresponsável que executa a pesca predatória mesmo no período de proibição. A Tabela 24 retrata as opções correspondentes a cada DM e as suas descrições. Logo, a partir das quatro opções disponíveis no conflito podem ser gerados 16 estados possíveis, contudo, na prática alguns estados são inviáveis e devem ser eliminados da modelagem do conflito. Assim, optou-se por eliminar como inviáveis os estados do conflito em que são tomadas simultaneamente as opções:

- a) Pescar, Flagrar e Incentivar;
- b) Pescar, Flagrar e Não Punir;
- c) Punir e incentivar;
- d) Não Flagrar e Punir;
- e) Flagrar e Não Punir;
- f) Não Pescar e Punir, e;
- g) Não Pescar e Flagrar.

Tabela 24 – Opções do Conflito: Pescador x Governo

| Opções do Pescador | Descrição |
|--------------------|---|
| o_1 | Refere-se a realização das ações de efetuar ou não a pesca predatória de espécies nativas de peixes. |
| Opções do Governo | Descrição |
| o_2 | Trata-se do momento exato em que os órgãos fiscalizadores do governo constataam a pesca predatória executada pelo pescador. |
| o_3 | Trata-se da punição aplicada aos pescadores caso eles efetuem a pesca predatória no período de proibição. |
| o_4 | Diz-se respeito aos incentivos fornecidos pelo governo para garantia da sustentabilidade e das condições econômicas e sociais dos pescadores, no período da Piracema. Equivalente a um salário mínimo por cada mês de proibição. Visto que, este incentivo só é aplicado para o pescador que não executar a pesca predatória. |

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 25 – Estados do Conflito - Pescador x Governo

| | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pescador | | | | | |
| o_1 (Pescar) | Não | Sim | Sim | Não | Sim |
| Governo | | | | | |
| o_2 (Flagrar) | Não | Não | Sim | Não | Não |
| o_3 (Punir) | Não | Não | Sim | Não | Não |
| o_4 (Incentivar) | Não | Não | Não | Sim | Sim |

Fonte: O Autor (2023)

Como última etapa da fase de modelagem, busca-se descrever agora os resultados obtidos a partir da aplicação do *software* GMCR+, particularmente com a utilização da funcionalidade *option prioritization* presente dentro do *software*.

As preferências analisadas neste conflito são sobre dois DMs, o pescador e o governo. Porém, em relação ao pescador pode-se assumir dois cenários diferentes, onde ele pode ter um comportamento responsável durante o período de defeso ou irresponsável sem considerar uma consciência ambiental, ao contrário do governo que possui sempre a mesma preferência em ambos os contextos. Para a obtenção dos

rankings de preferências retratados neste trabalho, fez-se necessário o uso do *software* GMCR+, que após o preenchimento das informações acerca das preferências dos DMs pelas opções, tornou-se possível analisar o *ranking* de preferências dos DMs sobre os estados viáveis do conflito, disponibilizados pelo *software* GMCR+.

Inclusive, vale citar, que as sequências ordenadas de declarações de preferência utilizadas neste trabalho foram obtidas após a troca de pontos de vista entre o autor desta dissertação e seus orientadores, em que foram utilizados conhecimentos sobre conflitos semelhantes em andamento na comunidade local do autor da dissertação. A seguir, serão mostrados os *rankings* de preferências destes decisores e suas especificidades.

6.1.1.1 Pescador Responsável (PR)

As preferências do governo permanecem as mesmas em ambos os perfis do pescador, conforme mostrado nas Tabelas 27 e 29, demonstrando um certo interesse pelo estado s_4 , pelo qual o pescador não executa a pesca predatória e subseqüentemente receberá o incentivo. O estado s_5 retrata uma menor preferência para o governo, localizado na última posição de *ranking* de prioridades, visto que, refere-se ao estado em que o pescador realiza a pesca predatória e ainda recebe o incentivo. Vale destacar, que neste cenário constata-se que o perfil do pescador responsável se alinha de forma mais consistente com as preferências do governo, demonstrando maior efetividade da política pública.

Diante da Tabela 27, observa-se que o pescador responsável tem como estado prioritário o estado s_4 , em que ele não efetua a pesca predatória, conseqüentemente não será flagrado e nem punido, e posteriormente receberá o incentivo.

Tabela 26 – Lista de declarações de preferências - pescador responsável

| PR | Governo (G) |
|--------|---------------------|
| $-o_1$ | $-o_1$ |
| $-o_2$ | $o_1 \& o_2$ |
| o_4 | $o_1 \& o_2 \& o_3$ |
| $-o_3$ | $-o_1 \& o_4$ |

Fonte: O Autor (2023)

Sendo o estado s_3 , considerado o menos preferido ficando na última posição do *ranking*, tratando-se do estado em que o pescador pratica a pesca ilegal, sendo

Tabela 27 – *Ranking* de Preferências - pescador responsável

| DM | <i>Ranking</i> de Preferências |
|----|---|
| PR | $s_4 \succ_{PR} s_1 \succ_{PR} s_5 \succ_{PR} s_2 \succ_{PR} s_3$ |
| G | $s_4 \succ_G s_1 \succ_G s_3 \succ_G s_2 \sim_G s_5$ |

Fonte: O Autor (2023)

flagrado e punido.

6.1.1.2 Pescador Irresponsável (PI)

De acordo com a Tabela 29, constata-se que o estado s_5 é o estado que apresenta uma maior preferência pelo pescador irresponsável, em que ele executa a pesca predatória e recebe simultaneamente o incentivo, bem como, não é flagrado e nem punido. Por outro lado, o estado s_1 é o menos preferível, referindo-se ao estado em que ambos os decisores não tomam nenhuma decisão. Ou seja, de maneira oposta ao cenário anterior, neste contexto o pescador apresenta preferências bem divergentes do governo, priorizando a prática da pesca predatória no período de proibição.

Tabela 28 – Lista de declarações de preferências - pescador irresponsável

| PI | G |
|--------|---------------------|
| o_1 | $-o_1$ |
| $-o_2$ | $o_1 \& o_2$ |
| $-o_3$ | $o_1 \& o_2 \& o_3$ |
| o_4 | $-o_1 \& o_4$ |

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 29 – *Ranking* de Preferências - pescador irresponsável

| DM | <i>Ranking</i> de Preferências |
|----|---|
| PI | $s_5 \succ_{PI} s_2 \succ_{PI} s_3 \succ_{PI} s_4 \succ_{PI} s_1$ |
| G | $s_4 \succ_G s_1 \succ_G s_3 \succ_G s_2 \sim_G s_5$ |

Fonte: O Autor (2023)

6.1.2 Resultados e Discussões

Nesta seção, são apresentados os resultados das análises de estabilidade, usando os conceitos apresentados, no Capítulo 2, Seção 2.1.2.

6.1.2.1 Estabilidades e Equilíbrios

Neste estudo utilizou-se o SAD GMCR+ para a análise dos estados de equilíbrios de acordo com quatro definições de estabilidade do conflito: R, GMR, SMR, SEQ. Deste modo, o *software* GMCR+ recomendou os estados que são equilíbrios e possíveis soluções para o conflito, ilustrados nas Tabelas 30 e 31.

6.1.2.1.1 Pescador Responsável (PR)

Conforme ilustrado pela Tabela 30 para o conflito em que tem-se o pescador responsável, nota-se que os estados s_3 e s_4 são propostos como sendo os equilíbrios do conflito sob todos os conceitos de estabilidades. Inclusive, é notável que as sugestões destes estados como equilíbrios do conflito apresentam uma consistência diante dos *rankings* de preferências descritos anteriormente para o cenário do pescador responsável, onde ele não executa a pesca predatória e receberá o incentivo, e caso execute, conseqüentemente será flagrado, punido e não conseguirá o benefício.

Tabela 30 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - pescador responsável

| Estabilidades | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nash | | | X | X | |
| GMR | X | | X | X | |
| SMR | X | | X | X | |
| SEQ | | | X | X | |
| SSEQ | | | X | X | |

Fonte: O Autor (2023)

6.1.2.1.2 Pescador Irresponsável (PI)

Na Tabela 31, nota-se que apenas o estado s_3 foi sugerido como equilíbrio do conflito sob todos os conceitos de estabilidades. Neste sentido, constata-se que pelo fato do pescador irresponsável sempre optar pela ação de pescar terá uma consequência envolvida, isto é, o estado s_3 demonstra um panorama em que o pescador toma a opção de pescar, e conseqüentemente o governo flagra e aplica a punição, como também não efetua o repasse do incentivo.

Observa-se que o estado s_3 é um equilíbrio nos dois casos, sendo um indício de que este é um equilíbrio robusto que se aplica aos dois casos de pescadores. O

Tabela 31 – Estabilidades e Equilíbrios do conflito - pescador irresponsável

| Estabilidades | s_1 | s_2 | s_3 | s_4 | s_5 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nash | | | X | | |
| GMR | | | X | | |
| SMR | | | X | | |
| SEQ | | | X | | |
| SSEQ | | | X | | |

Fonte: O Autor (2023)

estado s_3 representa o caso em que o pescador realiza a pesca ilegal, é flagrado e punido. Ele é um equilíbrio, pois uma vez que o pescador tenha sido flagrado ele não tem mais como reverter a situação. Porém, este é um equilíbrio muito indesejado para o pescador responsável, sendo pouco provável de ser escolhido neste caso. No caso do pescador irresponsável, para tornar outros estados equilíbrios, o governo deve procurar gerar incentivos que modifiquem as preferências do pescador irresponsável. Para tal, uma abordagem como a descrita em Rêgo, Silva e Rodrigues (2021) pode ser útil e investigada em um trabalho futuro.

A principal contribuição da modelagem deste conflito, é que torna-se possível observar que as ações do governo podem influenciar diretamente no comportamento do pescador e na efetividade da política pública do SDPA. Logo, constata-se que as opções o_2 e o_4 relacionadas ao flagrante e ao incentivo são peças-chaves que devem ser melhor trabalhadas pelo governo, principalmente, na intensificação das ações fiscalizatórias tanto da liberação do SDPA quanto da pesca predatória, de maneira a garantir a sustentabilidade dos estoques pesqueiros e a subsistência do pescador no período da piracema.

No entanto, vale salientar que apesar de existirem pescadores que possam praticar a pesca predatória mesmo recebendo o incentivo em tempo hábil, que é algo totalmente ilegal, caracterizando-se como crime, por outro lado, pode-se existir em paralelo uma outra maioria que é forçada a praticar este tipo de pesca ilegal em virtude da demora no repasse do incentivo pelos órgãos públicos responsáveis, pois a pesca é a única forma de sua subsistência.

Logo, a partir dos resultados analisados, sugere-se que o governo busque iniciativas para tornar o processo de repasse do SDPA mais eficiente, de modo que seja liberado em tempo hábil para o pescador ao longo dos quatro meses. Além disso, a intensificação da fiscalização das regiões em período de proibição é essencial para a

garantir a preservação das espécies. E principalmente, que seja feito um levantamento periódico dos estoques pesqueiros, em especial das espécies nativas de cada região, pois a partir destes dados torna-se possível averiguar quais espécies requerem preservação e estão em período de extinção, bem como o desenvolvimento destas espécies ao longo do tempo, com isso verificando se a política pública implementada está sendo satisfatória.

7 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo aborda-se as principais conclusões deste trabalho, e também apresenta sugestões de trabalhos futuros, com o propósito que novos estudos sejam desenvolvidos na área de priorização de opções e GMCR.

7.1 CONCLUSÃO

A pesquisa apresentada neste trabalho retratou alguns conceitos e a aplicabilidade acerca do GMCR e da priorização de opções. Mediante as definições estabelecidas e os cenários de conflitos avaliados, constatou-se a importância destas duas metodologias no mundo contemporâneo, visto que, os cidadãos e as demais partes responsáveis por tomarem alguma decisão, como empresas, países, entre outras, estão sempre rodeadas de situações de conflitos e constantemente são indagadas a tomarem decisões satisfatórias e em tempo hábil.

A partir disso, o presente estudo buscou inicialmente desenvolver propostas metodológicas e averiguar suas aplicabilidades em diferentes estudos. Dentre os casos avaliados nas aplicações, abordou-se dois voltados para a questão ambiental e outro relacionado a área de tecnologia da informação.

A nova metodologia de priorização de opções com múltiplos critérios presente no Capítulo 4, surgiu com a finalidade de promover uma melhor clareza para obter as preferências do DM sobre os estados viáveis do conflito, a fim de tornar o método mais aplicável, bem como, contribuir com uma modelagem de preferências mais consistente e assertiva diante do conflito, pois a elicitación de preferências do DM é uma etapa essencial para uma efetiva resolução do conflito.

Posteriormente, no Capítulo 5, destacou-se uma nova proposta metodológica para dividir em etapas o processo de elicitación das preferências, em virtude da limitação da técnica de priorização de opções para trabalhar com uma grande quantidade de opções. Sendo assim, após realizar a aplicação do método proposto, baseando-se no conflito apresentado em Rêgo *et al.* (2021), notou-se uma melhor estruturação do conflito, refletindo em resultados mais assertivos, por dividir a elicitación de preferências em partes, e em decorrência disto, o decisor envolvido no conflito pensar de maneira mais clara sobre os seus objetivos e as consequências de suas ações.

Por outro lado, no Capítulo 6, buscou-se modelar um conflito ligado a política pública do SDPA, a fim de averiguar as suas especificidades e sugerir soluções eficazes para o conflito. Mediante isso, observou-se que as ações ligadas a fiscalização e a punição devem ser intensificadas, pois são ações que podem tornar esta política pública mais efetiva e que influenciam diretamente nas ações do pescador, podendo fazer o pescador tomar a ação de não pescar neste período de reprodução das espécies, com isso, assegurando a sustentabilidade das espécies.

Quanto aos impactos desta dissertação em âmbito social, ambiental, econômico e político, constata-se que as três aplicações descritas demonstram a importância de utilizar as metodologias propostas na avaliação de situações de conflito, a fim de tomar decisões mais eficazes, para a solução de problemas dos mais variados segmentos da sociedade.

No Capítulo 4, é notável a inclusão de diferentes cenários no processo decisório, impactando substancialmente na escolha de alternativas mais precisas para a resolução de conflitos, dentre estes impactos, pode-se citar: sociais, pois pode refletir e atender as necessidades de uma quantidade expressiva de pessoas, bem como de diferentes grupos sociais, a fim de trazer melhorias na qualidade de vida, com a assertividade na tomada de decisão de projetos públicos e privados; ambientais, em virtude de poder averiguar as consequências ambientais de um projeto sob diferentes pontos, como tamanho da área utilizada, poluição, investimento com tecnologias que preservem mais o meio ambiente etc.; e políticos, pelo fato de contribuir com o embasamento e estudo do planejamento de políticas públicas que consigam promover uma maior satisfação para o seu público-alvo e otimização dos recursos demandados.

No Capítulo 5, é possível observar que a contribuição da proposta impacta diretamente no aprimoramento do processo decisório, resultando em uma resolução efetiva do conflito e soluções mais robustas, principalmente para conflitos mais complexos que abordam um elevado número de ações a serem adotadas. Alguns impactos trazidos por esta abordagem podem ser refletidos a partir do conflito da crise hídrica do perímetro irrigado que demanda suporte de diferentes áreas: como sociais, referindo-se aos pequenos produtores que necessitavam de capacitação; ambiental, em virtude da necessidade de otimização e racionamento do recurso hídrico; econômicas, pelo fato de demandar possíveis investimentos para a captura de água; e políticas, por aguardar

uma resposta do órgão público responsável pela resolução do problema.

No Capítulo 6, constata-se alguns impactos trazidos pela modelagem do conflito, que são refletidos a partir de fatores que o governo deve verificar ao adotar alguma medida decisória diante das políticas públicas existentes, sendo eles: sociais, pois a proibição das atividades pesqueiras afeta diretamente as comunidades ribeirinhas socioeconomicamente; ambientais, de forma a garantir a preservação das espécies nativas; econômicos, visto que os investimentos destinados a esta política pública são altos, no entanto, serve para assegurar a subsistência dos pescadores; e políticos, porque a maioria das decisões dependem de uma ação do governo, seja na melhoria desta política pública, ou uma fiscalização mais frequente nestes períodos, a fim de punir os infratores que capturarem espécies nativas que estão em período reprodutivo e averiguação dos requerimentos liberados, e principalmente, que o processo de liberação do benefício seja mais eficiente.

Diante do exposto, é possível constatar que os objetivos desta dissertação foram alcançados, e os resultados obtidos se mostram satisfatórios para uma maior clareza das informações envolvidas no processo decisório, com tomada de ações mais eficazes de acordo com a problemática avaliada.

7.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, sugere-se novas aplicações levando em consideração os estudos propostos nesta pesquisa, além de uma combinação das duas abordagens metodológicas apresentadas nos Capítulos 4 e 5, de forma a estruturar e trazer mais precisão no processo de obtenção de preferências e resolução do conflito. Inclusive, recomenda-se que novas pesquisas possam aperfeiçoar e trazer novos desenvolvimentos relacionados a priorização de opções e o GMCR, como por exemplo, a realização de estudos sobre como essas metodologias aqui propostas podem ser adaptadas para GMCR com outras estruturas de preferências, e novas abordagens que tragam contribuições teóricas e simplificações no particionamento de opções para conflitos com um grande número de etapas.

REFERÊNCIAS

- AL-MUTAIRI, M.; HIPEL, K.; KAMEL, M. "fuzzy preferences in conflicts". **J. Syst. Sci. Syst. Eng.**, v. 17, n. 3, p. 257–276, 2008.
- ALI, S.; XU, H.; XU, P.; AHMED, W. Evolutional attitude based on option prioritization for conflict analysis of urban transport planning in pakistan. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, v. 28, n. 3, p. 356–381, 2019.
- BASHAR, M. A.; KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W. Fuzzy truth values in option prioritization for preference elicitation in the graph model. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)**, p. 3081–3086, 2012.
- BASHAR, M. A.; KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W. Fuzzy option prioritization for the graph model for conflict resolution. **Fuzzy Sets Syst**, v. 246, p. 34–48, 2014.
- BRASIL. **Ministério da Economia. Relatório de avaliação de gastos diretos: avaliação executiva do seguro defeso**. 2019. Disponível em: <www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2019/gastos-diretos/seguro-defeso/relatorio_avalicao_sdpa.pdf/view>. Acesso em: 13 out. 2022.
- BURBRIDGE, R. M.; BURBRIDGE, A. **Gestão de conflitos: desafios do mundo corporativo**. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2012. 224 p.
- CLAYDON, J. Spawning aggregations of coral reef fishes: Characteristics, hypotheses, threats and management. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review.**, v. 42, n. 12, p. 265–302, 2004.
- DELEN, G. P. A. J.; PETERS, R. J.; VERHOEF, C.; VLIJMEN, S. F. M. van. Lessons from dutch it-outsourcing success and failure. **Science of Computer Programming**, v. 130, p. 37–68, 2016.
- DOMEIÉ, M. L. Revisiting spawning aggregations: Definitions and challenges. in y. sadovy de mitcheson, p. l. colin (eds.). **Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management**, London, UK: Springer, p. 389–410, 2012.
- FANG, L.; HIPEL, K.; KILGOUR D.M. PENG, X. A decision support system for interactive decision making - part i: model formulation. **IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C. Applications and Reviews**, v. 33, n. 1, p. 42–55, 2003.
- FANG, L.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M. **Interactive decision making: The graph model for conflict resolution**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 1993. v. 3.
- FERNANDES, A. M.; BRUCHÊZ, A.; D'ÁVILA, A. A. F.; CASTILHOS, N. C.; OLEA, P. Metodologia de pesquisa de dissertações sobre inovação: Análise bibliométrica. **Desafio Online**, v. 1, n. 6, 2018.
- FRASER, N. M.; HIPEL, K. W. Solving complex conflicts. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, IEEE, v. 9, n. 12, p. 805–816, 1979.
- FRASER, N. M.; HIPEL, K. W. **Conflict analysis: models and resolutions**. [S.l.]: North-Holland, 1984. v. 11.

FRASER, N. M.; HIPEL, K. W. Decision support systems for conflict analysis. In **M. G. Singh, K. Hindi, and D. Salassa (eds.), Proceedings of the IMACS/IFORS 1st International Colloquium on Managerial Decision Support Systems**, Amsterdam: North-Holland, p. 13–21, 1988.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª. ed. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2010.

GROVER, V.; CHEON, M.; TENG, J. The effect of service quality and partnership on the outsourcing of information systems functions. **J. Manage. Info. Syst.**, v. 12, n. 4, p. 89–116, 1996.

HAMOUDA, L.; KILGOUR, D.; HIPEL, K. "strength of preferences in the graph models for conflict resolution". **Group Decis. Negot.**, v. 13, n. 5, p. 449–462, 2004.

HAN, H.; LEE, J.; SEO, Y. Analyzing the impact of a firm's capability on outsourcing success: a process perspective. **Info. Manage.**, v. 45, n. 1, p. 31–42, 2008.

HE, S.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M. A hierarchical approach to study water diversion conflicts in china. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics**, IEEE, p. 2427–2432, 2013.

HE, S.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M. Analyzing market competition between airbus and boeing using a duo hierarchical graph model for conflict resolution. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, v. 26, n. 6, p. 683–710, 2017.

HE, S.; KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W. Matrix representation of a basic hierarchical graph model for conflict resolution. In: **Linden, I., Liu, S., Dargam, F., Hernández, J.E. (eds) Decision Support Systems IV – Information and Knowledge Management in Decision Processes.**, Springer, v. 221, p. 76–88, 2015.

HE, S.; KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W.; ABUL, B. M. A basic hierarchical graph model for conflict resolution with application to water diversion conflicts in china. **INFOR: Information Systems and Operational Research**, Taylor & Francis, v. 51, n. 3, p. 103–119, 2013.

HEIFETZ, A.; MEIER, M.; SCHIPPER, B. C. Interactive unawareness. **J. Econ. Theory**, v. 130, n. 1, p. 78–94, 2006.

HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M.; FANG, L. The graph model for conflict resolution. **Conflict Resolution**, v. 2, n. 1, p. 123–143, 2011.

HOU, Y.; JIANG, Y.; XU, H. Option prioritization for three-level preference in the graph model for conflict resolution. In: **International conference on group decision and negotiation**, Springer, p. 269–280, 2015.

HOWARD, N. **Paradoxes of rationality: theory of metagames and political behavior**. [S.l.]: MIT press, 1971. v. 1.

IBAMA. **Biodiversidade Aquática: Períodos de Defeso**. 2017. Disponível em: <www.ibama.gov.br/biodiversidade-aquatica/periodos-de-defeso>. Acesso em: 14 out. 2022.

JØRGENSEN, C.; DUNLOP, E. S.; OPDAL, A. F.; FIKSEN, The evolution of spawning migrations: State dependence and fishing-induced changes. **Ecology**, v. 89, n. 12, p. 3436–3448, 2008.

KILGOUR, D. M.; HIPEL, K. W.; FANG, L. The graph model for conflicts. **Automatica**, Elsevier, v. 23, n. 1, p. 41–55, 1987.

KINSARA, R. A.; PETERSONS, O.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M. e. **The official GMCR+ website**. 2022. Disponível em: <<http://www.eng.uwaterloo.ca/~rkinsara/>>. Acesso em: 15 mar. 2022.

KONNING, M.; WESTNER, M.; STRAHRINGER, S. . A systematic review of recent developments in it outsourcing research. **Information Systems Management**, v. 36, n. 1, p. 78–96, 2019.

LACITY, M. C.; KHAN, S. A.; WILLCOCKS, L. P. A review of the it outsourcing literature: Insights for practice. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 18, n. 3, p. 130–146, 2009.

LACITY, M. C.; KHAN, S. A.; YAN, A. Review of the empirical business services sourcing literature: An update and future directions. **Journal of Information Technology**, v. 31, n. 3, p. 269–328, 2016.

LEE, J.; CHOI, B. Effects of initial and ongoing trust in it outsourcing: a bilateral perspective. **Info. Manage.**, v. 48, n. 2/3, p. 96–105, 2011.

LEE, J.-N. The impact of knowledge sharing, organizational capability and partnership quality on is outsourcing success. **Info. Manage.**, v. 38, n. 5, p. 323–335, 2001.

LEE, J.-N.; KIM, Y.-G. Effect of partnership quality on is outsourcing: conceptual framework and empirical validation. **J. Manage. Info. Syst.**, v. 15, n. 4, p. 29–61, 1999.

LEE, J.-N.; MIRANDA, S.; KIM, Y.-M. It outsourcing strategies: universalistic, contingency, and configurational explanations of success. **Info. Syst. Res.**, v. 15, n. 2, p. 110, 2004.

LI, K.; HIPEL, K.; KILGOUR, D.; FANG, L. Preference uncertainty in the graph model for conflict resolution. **IEEE Trans. Syst. Man Cybern., Part A, Syst. Hum.**, v. 7, p. 507–520, 2002.

LI, K.; HIPEL, K.; KILGOUR, D.; FANG, L. Stability definitions for 2-player conflict models with uncertain preferences. **Proc. IEEE Int. Conf. Syst. Man Cybern.**, v. 34, p. 13–18, 2004.

MITCHESON, Y. Sadovy de; ERISMAN, B. Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations, and the social and economic importance of aggregating fishes. in y. sadovy de mitcheson, p. I. colin (eds.). **Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management**, London, United Kingdom: Springer, p. 225–284, 2012.

MOTA, R. d. S.; RÊGO, L. C.; SILVA, M. Método multicritério de priorização de opções no modelo de grafos para resolução de conflitos (GMCR). In: **Anais do LIV Simposio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, Juiz de Fora, MG, 2022.

- NASH, J. F. Equilibrium points in n-person games. **Proceedings of the national academy of sciences**, USA, v. 36, n. 1, p. 48–49, 1950.
- NAVARRO, E. A. **Dicionário de Tupi antigo a língua indígena clássica do Brasil**. [S.l.]: São Paulo: Global, 2013.
- NAVARRO, E. A. **Dicionário de Tupi antigo a língua indígena clássica do Brasil**. [S.l.]: São Paulo: Global, 2013 p.237.
- NEUMANN, J. V.; MORGENSTERN, O. **Theory of games and economic behavior (commemorative edition)**. [S.l.]: Princeton university press, 1953.
- OVERZEE, H. V.; RIJNSDORP, A. Effects of fishing during the spawning period: implications for sustainable management. **Rev. Fish Biol. Fisheries**, v. 25, p. 65–83, 2015.
- PAUMIER, A.; H., D.; S., B.; SILLERO, N.; LAMBERT, P. Assessing the relative importance of temperature, discharge, and day length on the reproduction of an anadromous fish (alosa alosa). **Freshwater Biology**, v. 65, n. 2, p. 253–263, 2019.
- PEARLSON, K.; SAUNDERS, C. **Strategic Management of Information Systems**. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2009. v. 4.
- PENG, X.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M.; FANG, L. Representing ordinal preferences in the decision support system gmcr ii. **IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Computational Cybernetics and Simulation**, v. 1, p. 809–814, 1997.
- RÊGO, L.; VIEIRA, G. Probabilistic option prioritizing in the graph model for conflict resolution. **Group Decis Negot**, v. 28, p. 1149–1165, 2019.
- RÊGO, L. C.; COSTA, J. P. d. S.; CARDOSO, G. C. d. C.; SANTOS, C. V. D. A graph model analysis of the conflict in the irrigated perimeter in chapada do apodi-brazil. **Environmental Challenges**, v. 4, p. 100–124, 2021.
- RÊGO, L. C.; SANTOS, A. M. Probabilistic preferences in the graph model for conflict resolution. **IEEE T SYST MAN CY-S**, v. 45, n. 4, p. 595–608, 2015.
- RÊGO, L. C.; SANTOS, A. M. Upper and lower probabilistic preferences in the graph model for conflict resolution. **International Journal of Approximate Reasoning**, v. 98, p. 96–111, 2018.
- RÊGO, L. C.; SILVA, H. V.; RODRIGUES, C. D. Optimizing the cost of preference manipulation in the graph model for conflict resolution. **Appl. Math. Comput.**, v. 392, p. 125–729, 2021.
- RÊGO, L. C.; VIEIRA, G. I. A. Symmetric sequential stability in the graph model for conflict resolution with multiple decision makers. **Group Decis. Negot.**, Springer, v. 26, p. 775–792, 2017.
- SADOVY, Y. J. Reproduction of reef fishery species. in: N. v. c. polunin c. m. roberts. **Reef fisheries**, v. 25, p. 65–83, 1996.

- SIA, S.; KOH, C.; TAN, C. Strategic maneuvers for outsourcing flexibility: an empirical assessment. **Decision Sci.**, v. 39, n. 3, p. 407–443, 2008.
- SILVA, M.; POLETO, T.; GUSMÃO, A.; COSTA, A. A strategic conflict analysis in it outsourcing using the graph model for conflict resolution. **Journal of Enterprise Information Management**, v. 33, n. 6, 2020.
- SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JHONSTON, R. **Administração da Produção**. 8^a. ed. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2018. 856 p.
- SU, N.; LEVINA, N. Global multisourcing strategy: integrating learning from manufacturing into it service outsourcing. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 58, n. 4, p. 717–729, 2011.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 16^a. ed. [S.l.]: São Paulo: Atlas, 2016.
- VITALE, C.; SILVA, L. Aplicação da teoria dos jogos na mediação de conflitos: o equilíbrio de nash como estratégia de maximização de ganhos. **Rev. Formas Consens. Soluç. Confl.**, v. 1, p. 94–110, 2017.
- WILLCOCKS, L.; FITZGERALD, G.; FEENY, D. Outsourcing it: The strategic implications. **Long range planning**, v. 28, n. 5, p. 59–70, 1995.
- WU, Z.; XU, H.; KE, G. Y. Evolutional attitude based on option prioritization for conflict analysis of urban transport planning in pakistan. **Journal of Systems Science and Systems Engineering**, v. 28, n. 4, p. 399–414, 2019.
- XU, H.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M.; FANG, L. Conflict resolution using the graph model: Strategic interactions in competition and cooperation. In: **Studies in Systems, Decision and Control**, Springer, v. 153, n. 1, 2018.
- YIN, K.; YU, L.; LI, X. An improved graph model for conflict resolution based on option prioritization and its application. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 11, 2017. ISSN 1660-4601. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/14/11/1311>>.
- YU, J.; HIPEL, K. W.; KILGOUR, D. M.; ZHAO, M. Option prioritization for unknown preference. **J. Syst. Sci. Syst. Eng.**, v. 25, n. 1, p. 39–61, 2016.
- ZHAO, S.; XU, H. Grey option prioritization for the graph model for conflict resolution. **J. Grey Syst.**, v. 29, n. 3, p. 14–26, 2017.