



ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO PARA  
TOMADA DE DECISÃO ESTRATÉGICA

Carlos Eduardo Durange de Carvalho Infante

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências em Engenharia de Produção.

Orientador: Rogério de Aragão Bastos do Valle

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2015

ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO PARA  
TOMADA DE DECISÃO ESTRATÉGICA

Carlos Eduardo Durange de Carvalho Infante

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ  
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS  
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM  
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Rogerio de Aragão Bastos do Valle, Dsc.

---

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, Dsc.

---

Prof. Edilson Fernandes de Arruda, Dsc.

---

Prof. Fabricio Molica de Mendonça, Dsc.

---

Prof. Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes, Dsc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

DEZEMBRO DE 2015

Infante, Carlos Eduardo Durange de Carvalho  
Estruturação de modelos de decisão em grupo multicritério para  
tomada de decisão estratégica/ Carlos Eduardo Durange de Carvalho  
Infante. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XVII, 154p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Rogerio de Aragão Bastos do Valle

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia  
de Produção, 2016.

Referências Bibliográficas: p. 123-131.

1. Decisão em grupo. 2. Gestão complexa e estratégica 3.  
Análise Multicritério de Apoio à Decisão. I. Valle, Rogerio de  
Aragão Bastos do. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título

# DEDICATÓRIAS

A Deus.  
Ao meu amor.  
iv

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força constante de vida e por ter feito este sonho se tornar realidade.

Aos meus pais, pelo amor transmitido a mim desde o nascimento.

Aos meus amigos, pelo sincero carinho e companheirismo.

A todos do Laboratório SAGE, por terem contribuído com o meu crescimento profissional.

Ao SAGE, pelo acolhimento e estrutura essencial para a realização desta pesquisa.

À Marinha do Brasil, pela contribuição no estudo de caso desse trabalho.

Ao professor Rogerio Valle, por sua sabedoria e orientação.

À COPPE, pelo tradicionalismo e alto nível na pós-graduação.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

## ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO PARA TOMADA DE DECISÃO ESTRATÉGICA

Carlos Eduardo Durange De Carvalho Infante

Fevereiro / 2016

Orientador: Rogério de Aragão Bastos do Valle, Dsc.

Programa: Engenharia de Produção

As decisões, de forma geral, podem ser tomadas ora individualmente ora coletivamente. Nas escolhas individuais parte-se de metas a serem alcançadas, preferências, alternativas (objeto da escolha) e limites (restrições) enfrentados para atingir os objetivos traçados, em busca do bem-estar individual. Contudo, nas decisões em grupo busca-se uma escolha coletiva consensual, a partir das preferências individuais. Nesse processo, o indivíduo e o grupo levam em conta fatores emocionais, cognitivos e externos (riscos, incertezas, etc.). Com isso, este trabalho, a fim de promover soluções para a tomada de decisão em grupo, apresenta quatro modelos de apoio a tomada de decisão, a partir da visão multicritério. Esses modelos caracterizam-se pela aplicação de duas abordagens: convergência ou não da opinião dos decisores. Caso não seja obtido o consenso do grupo, ou seja, a não convergência de opiniões, há a agregação das avaliações dos decisores sobre as alternativas e a agregação da ponderação dos decisores sobre os critérios. A validação de um dos modelos é realizada em objeto de estudo específico, a fim de possibilitar, posteriormente, a aplicação de tais modelos em situações diversas.

Abstract of Tesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.)

## FRAMEWORK OF MULTICRITERIA GROUP DECISION FOR MAKING STRATEGIC DECISION

Carlos Eduardo Durange De Carvalho Infante

March / 2016

Advisor: Rogerio de Aragão Bastos do Valle, Dsc.

Department: Industrial Engineering

Decisions, in general, can be taken either individually or collectively. In the individual choices of up goals to be achieved, preferences, alternatives (subject of choice) and limits (restrictions) faced to achieve the objectives outlined in pursuit of individual well-being. However, in group decisions seek to an agreed collective choice, based on individual preferences. In this process, the individual and the group take into account emotional, cognitive and external factors (risks, uncertainties, etc.). Thus, this work in order to promote solutions for group decision-making developed four models to support decision-making, from the multi-criteria vision. These models were characterized by the application of two approaches: convergence or not of the opinion of decision makers. If not obtained the consensus of the group, i.e. the non-convergence of views there is the aggregation of the ratings of decision-makers on alternatives and the aggregate weighting of decision-makers on the criteria. The validation of the models was performed in a specific project of study in order to allow, subsequently, the application of such models in various situations.

# SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 Contexto .....	1
1.2 Problema de pesquisa .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo Geral .....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4 Justificativa e relevância da pesquisa .....	4
1.5 Restrições e delimitações das fronteiras da pesquisa .....	7
1.6 Organização do trabalho .....	8
<b>Capítulo 2</b> .....	<b>9</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>9</b>
2.1 A busca pelo consenso.....	10
2.1.1 Racionalidade comunicativa: o pressuposto necessário para a obtenção de consensos .....	12
2.1.2 Enquadramento, preferências e consenso.....	13
2.2 Negociação como ferramenta para o consenso.....	17
2.2.1 Etapas no processo de negociação.....	19
2.3 Decisão em grupo .....	21
2.3.1 Modelos desenvolvidos utilizando decisão em grupo – revisão básica... 25	
2.4 Apoio Multicritério à Decisão .....	28
2.4.1 Visão geral.....	28
2.4.2 Modelagem das preferências .....	30
<b>Capítulo 3</b> .....	<b>36</b>
<b>3 ROTEIRO METODOLÓGICO</b> .....	<b>36</b>
3.1 Aspectos metodológicos.....	37
3.2 O ciclo de vida do projeto de pesquisa .....	38
3.2.1 Etapa 1: Revisão da literatura .....	40
3.2.2 Etapa 2: Estudo de modelos de decisão .....	40
3.2.3 Etapa 3: Elaboração teórica dos modelos .....	40
3.2.4 Etapa 4: Aplicação do modelo.....	41
<b>Capítulo 4</b> .....	<b>42</b>
<b>4 MODELOS DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO</b> .....	<b>43</b>
4.1 Revisão sistemática da literatura – resultados fundamentais .....	44

4.2	Modelos propostos de decisão em grupo multicritério .....	49
4.2.1.1	MODELOS I e II - decisão em grupo multicritério .....	51
4.2.1.1.1	Descrição do MODELO I .....	51
4.2.1.1.2	Descrição do MODELO II .....	52
4.2.1.1.3	Descrição do MODELO III .....	53
4.2.1.1.4	Descrição do MODELO IV .....	55
<b>Capítulo 5</b>	.....	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO EM PROJETO DE DEFESA NACIONAL.....</b>	<b>58</b>
5.1	Informações sobre o estudo de caso .....	58
5.2	Aplicação do modelo de decisão em grupo multicritério .....	63
5.3	Considerações finais do capítulo .....	71
<b>Capítulo 6</b>	.....	<b>73</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES .....</b>	<b>73</b>
6.1	Considerações Finais .....	73
6.2	Conclusões.....	74
6.3	Sugestões para pesquisas futuras .....	76
<b>REFERÊNCIAS</b>	.....	<b>78</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	.....	<b>88</b>
	Protocolo de Pesquisa – Revisão Sistemática da Literatura.....	88
A.1	O protocolo de pesquisa .....	88
A.1.2	Objetivos da Pesquisa.....	88
A.1.3	Questões de Pesquisa .....	88
A.1.4	Critério de seleção para as fontes de pesquisa .....	89
A.1.5	Procedimentos e critérios de seleção das publicações .....	89
A.1.6	Procedimentos de armazenagem das informações .....	91
A.1.6	Procedimentos de análise dos dados.....	91
<b>APÊNDICE B.....</b>	.....	<b>93</b>
	Resultados – Revisão Sistemática da Literatura.....	93
B.1.6	Resultados da literatura .....	93
<b>APÊNDICE C.....</b>	.....	<b>101</b>
	Materiais utilizados na aplicação do modelo.....	101
<b>PUBLICAÇÕES DA TESE .....</b>	.....	<b>109</b>
	Artigos publicados e submetidos - 2015.....	109

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tomada de decisão em grupo .....	5
Figura 2 - Evolução do número de publicações sobre Decisão em Grupo .....	6
Figura 3 - Evolução do número de publicações sobre aplicação de métodos multicritério .....	7
Figura 4 - Integração de temas para a tomada de decisão em grupo .....	9
Figura 5 - Fases da Negociação .....	19
Figura 6 - Decisão em grupo considerando diferentes critérios por decisor .....	23
Figura 7 - Ciclo do projeto de pesquisa.....	39
Figura 8 - Processo de desenvolvimento dos modelos de decisão em grupo multicritério .....	43
Figura 9 - Modelos de decisão em grupo propostos .....	50
Figura 10 - Cenários de aplicação dos modelos propostos de decisão em grupo multicritério .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 30 - Ilustração da fronteira de gerenciamento da Amazônia Azul.....	60
Figura 31 - Processo hierárquico do Projeto Gama .....	64
Figura 32 - Ordenamento final - DECISORES 1 e 2 – Software VisualPROMETHEE® .....	68
Figura 33 - Ordenamento final - DECISORES 3 e 4 – Software VisualPROMETHEE® .....	68
Figura 34 - Ordenamento final - DECISORES 5 e 6 – Software VisualPROMETHEE® .....	69
Figura 35 - Ordenamento final - Software VisualPROMETHEE®.....	70
Figura 36 - Plano GAIA - Ordenamento final - Software VisualPROMETHEE®.....	71
Figura 37 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor .....	101

Figura 38 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 1	
.....	102
Figura 39 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 2	
.....	103
Figura 40 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 3	
.....	104
Figura 41 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 4	
.....	105
Figura 42 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 5	
.....	106
Figura 43 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 6	
.....	107
Figura 44 - Processo de obtenção das notas das empresas.....	108
Figura 45 - Paper publicado no MCDM 2015 - Julho/2015.....	109
Figura 46 - Paper submetido para a revista Group Decision and Negotiation – Dezembro/2015 .....	110

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Situações básicas de preferência .....	31
Tabela 2 - Situações consolidadas de preferências .....	31
Tabela 3 - Estruturas de preferências básicas sem incomparabilidade .....	33
Tabela 4 - Estruturas básicas de preferências com incomparabilidade .....	34
Tabela 5 - Critério generalizado .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 6 - Matriz de avaliação .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 7 - Referências de modelos de decisão em grupo com agregação de alternativas .....	45
Tabela 8 - Referências de modelos de decisão com métodos multicritério para decisão gerencial .....	46
Tabela 9 - Referências de modelos de decisão em grupo com desdobramentos e integrações de outros modelos multicritério .....	47
Tabela 10 - Referências de modelos de decisão em grupo com integração de métodos multicritério .....	48
Tabela 11 - Referências de modelos de decisão em grupo com integração de métodos multicritério .....	48
Tabela 12 - Pesos normalizados .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 13 - Escala numérica para os critérios subjetivos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 14 - Matriz de desempenho .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 15 - Caracterização dos critérios .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 16 - Fluxos líquidos para cada alternativa - PROMETHEE II .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 17 - Pesos fixos atribuídos aos critérios .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 18 - Pesos normalizados de cada decisor .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

Tabela 19 - Matriz de avaliação global.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 20 - Matriz de Avaliação.....	55
Tabela 21 - Descrição dos critérios.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 22 - Descrição das alternativas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 23 - Matriz de avaliação .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 24 - Limiares de indiferença e preferência .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 25 - Matriz de avaliação das alternativas .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 26 - Matriz de avaliação normalizada .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Tabela 27 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 1.....	65
Tabela 28 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 2.....	65
Tabela 29 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 3.....	66
Tabela 30 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 4.....	66
Tabela 31 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 5.....	66
Tabela 32 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 6.....	67
Tabela 33 - Matriz de Desempenho - alternativas versus critérios .....	67
Tabela 34 - Matriz de Avaliação Global .....	69
Tabela 35 - Registro dos dados da publicação .....	91
Tabela 36 - Dados extraídos das publicações após Etapa 3.....	92
Tabela 37 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis .....	94
Tabela 38 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis (continuação).....	95
Tabela 39 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis (continuação).....	96
Tabela 40 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal.....	97
Tabela 41 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação).....	98

Tabela 42 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação).....	99
Tabela 43 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação).....	100

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Escala numérica para atribuição dos pesos dos critérios .....	62
Quadro 2 - Classificação dos tomadores de decisão .....	62
Quadro 3 - Descrição as empresas participantes do processo de implantação do Projeto Gama.....	63
Quadro 4 - Escala numérica para atribuição das notas das empresas.....	63

# Capítulo 1

## 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma visão sobre a problemática que envolve os aspectos da decisão modelada por mais de dois decisores, configurando a complexidade da decisão em grupo com o apoio de diferentes critérios. Em seguida, os objetivos gerais e específicos desta tese serão apresentados (seção 1.3), bem como as justificativas para a sua realização (seção 1.4) e as restrições e delimitações da pesquisa (seção 1.5) serão delineadas. Finalmente, o leitor será apresentado à organização deste trabalho (seção 1.6).

### 1.1 Contexto

Sob todos os aspectos da vida humana e durante todos os tempos, a questão da tomada de decisão sempre esteve presente no dia-a-dia do homem. O ato de decidir esteve associado ao misticismo, à filosofia, à ciência, às disciplinas matemáticas e de engenharia e finalmente às disciplinas gerenciais. A possibilidade de prever o futuro e assim tomar uma decisão acertada, sempre foi objeto da ambição humana.

Modernamente, o que se tem percebido nos estudos sobre tomada de decisão é que as propostas matemáticas, os modelos, a experiência e a intuição não são os aspectos mais importantes da questão. O encaminhamento que as pesquisas têm tomado aponta para o fato de que é a parte decisória, ou seja, os decisores ou agentes da decisão quem devem perceber as imperfeições geradas por qualquer método utilizado e não simplesmente repudiar o modelo, caso de uma ação equivocada.

Em sua dimensão mais básica, pode-se conceber um processo de tomada de decisão como a eleição por parte de um centro decisor (um indivíduo ou um grupo de indivíduos) da melhor alternativa entre possíveis. O problema analítico está em definir o melhor e o possível em um processo de decisão (ROMERO, 1996).

Para Hammond *et al.*(1999), os objetivos ajudam a determinar quais informações devem ser obtidas, permitem justificar decisões perante os outros, estabelecem a importância de uma escolha e permitem estabelecer o tempo e o esforço necessários para cumprir uma tarefa.

As decisões, de forma geral, são tomadas ora individualmente, ora coletivamente (em grupo). Nas escolhas individuais, parte-se de metas a serem alcançadas (objetivos), preferências, alternativas (objeto da escolha) e limites (restrições) enfrentados para atingir os objetivos traçados, em busca do bem-estar individual. Contudo, nas decisões em grupo, busca-se uma escolha coletiva consensual a partir das preferências individuais. No processo em grupo, o indivíduo e o demais do grupo levam em conta fatores emocionais, cognitivos, externos (riscos, incertezas, etc.), entre outros, sem se dissociar do foco da decisão (Hammond et al., 2004).

O processo de decisão requer a existência de um conjunto de alternativas factíveis para sua composição, em que cada decisão (escolha de uma alternativa factível) tem associados um ganho e uma perda. Para Malczewski (1999), decisões são necessárias quando uma oportunidade ou problema existe, ou quando algo não é o que deveria ser ou, ainda, quando existe uma oportunidade de melhoria ou otimização.

De acordo com Almeida (2013), nas organizações privadas ou públicas há vários fatores relacionados ao processo decisório, tais como: modelo organizacional e cultura da organização. A formulação e a resolução de problemas de decisão são naturalmente uma preocupação crescente dentro de uma organização, envolvendo seus decisores, dos quais se destacam gerentes e executivos. O desempenho dos decisores impacta diretamente na competitividade da organização, que depende fortemente da forma como os problemas são analisados. Assim, uma das preocupações naturais envolve a construção de modelos de decisão e escolha de métodos que embasam tais decisões. Um modelo de decisão corresponde a uma representação formal do problema enfrentado, com suporte de um método multicritério de apoio à decisão (MCDA).

Inicialmente, o apoio à decisão baseava-se em elementos objetivos e métodos do tipo mono-critério. Com as importantes contribuições de Simon (1955) e também da área da ciência cognitiva, o apoio à decisão passou por transformações até o aparecimento das subjetivas técnicas de estruturação de problemas (MINGERS e ROSENHEAD, 2004). A partir das décadas de 1960 apareceram os métodos multicritério, como os métodos de sobreclassificação propostos por Roy (1985) e o método da Teoria da Utilidade Multiatributo proposto por Keeney e Raiffa (1976). Outros métodos MCDA têm aparecido na literatura, desde então.

De um modo geral, o termo 'apoio à decisão' refere-se à abordagem que procura fornecer um conhecimento especializado para direcionar decisões específicas. Para Tsoukiàs (2007), que considera o par cliente-analista como uma só parte interessada, o

processo de apoio à decisão representa o esforço cognitivo feito por esse par, com o objetivo de influenciar positivamente o processo de decisão no qual estão envolvidos.

A construção de modelos e a escolha de métodos, no contexto organizacional ou de decisão pública, estão diretamente associadas aos atores do processo decisório. Esse processo pode envolver apenas um decisor ou um grupo de decisores. Deve-se destacar que o decisor é o responsável pela tomada de decisão e possui poder sobre a decisão em questão (ALMEIDA, 2013). A necessidade de maior interação entre os diversos atores envolvidos nessas decisões tem provocado uma ampliação na demanda em relação ao tema Decisão em Grupo.

A tomada de decisão num ambiente complexo, ou seja, um ambiente caracterizado pela existência de múltiplos decisores e objetivos conflitantes, é influenciada por fatores de incerteza que resultam da imprecisão e variações associadas às informações sobre o objetivo da disputa, ou ao caráter evolutivo da estrutura de preferências dos decisores durante o processo interativo de decisão. Uma análise da estabilidade das soluções de acordo consideradas satisfatórias pelos decisores, também é uma questão de grande importância, devendo constituir uma componente fundamental de ferramentas computacionais interativas de apoio à decisão.

Com crescente frequência, nos processos de decisão em grupo, identificam-se cada vez mais decisões precedidas de inúmeros encontros (reuniões) e rodadas de negociação. Neste tipo de processo decisório dinâmico, a cada novo encontro dos decisores tem-se uma nova mesa de negociação, apesar de se manter o objeto e os participantes. Este dinamismo da construção da decisão se deve principalmente à complexidade do objeto de escolha, macro ambiente político, institucional, legal e perfil psicológico e engajamentos dos envolvidos (BRAGA, 2008).

Assim, tomada de decisão em grupo inclui o estudo e desenvolvimento de métodos para apoiar grupos ou indivíduos dentro de grupos, para que interajam e colaborem na busca de uma decisão coletiva (KILGOUR e EDEN, 2010).

## **1.2 Problema de pesquisa**

Diante do contexto apresentado, surge o seguinte questionamento: *A tomada de decisão em grupo, com muita e pouca convergência de opiniões entre decisores, pode ser gerenciada a partir da aplicação de métodos MCDA, de forma conjunta?*

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Diante do questionamento, o objetivo geral deste trabalho é construir quatro modelos de tomada de decisão em grupo, sob a ótica da teoria multicritério, a fim de solucionar problemas organizacionais e, principalmente, de decisão pública, onde há divergência entre os decisores.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Como forma de alcançar o objetivo geral proposto, os objetivos específicos precisam ser seguidos. São eles:

- ✓ Apresentar uma fundamentação teórica sobre os temas principais deste trabalho, a saber:
  - A busca pelo consenso;
  - Decisão em Grupo; e
  - Métodos multicritério.
- ✓ Estruturar o processo de tomada de decisão em grupo, analisando os métodos coerentes à proposição dos modelos;
- ✓ Realizar revisão sistemática da literatura sobre os principais modelos já desenvolvidos sobre decisão em grupo e MCDA;
- ✓ Desenvolver modelos multicritério de decisão em grupo para situações identificadas: consenso e não consenso entre os decisores;
- ✓ Realizar simulação numérica dos modelos propostos no intuito de ilustrar o seu funcionamento; e
- ✓ Aplicar um dos modelos em um estudo de decisão pública estratégica.

## **1.4 Justificativa e relevância da pesquisa**

De acordo com Almeida (2013), a tomada de decisão é o processo de classificação das alternativas viáveis, considerando-se vários critérios, e é composto de quatro etapas:

- (1) aquisição de informação;
- (2) modelos para a tomada de decisão;
- (3) aquisição de resultados de decisão; e
- (4) ordenamento ou classificação das alternativas.

Em algumas situações críticas, não é possível para um único especialista considerar todos os aspectos relevantes de um problema (XU, 2000). Portanto, em muitos problemas de decisão, o grupo de decisores é composto por diferentes especialistas de diversas áreas, sendo raro obter o mesmo julgamento sobre todas as alternativas. Por conseguinte, é necessário eliminar a diversidade e alcançar o consenso do grupo.

A necessidade de um acordo muitas vezes é interpretada como obter um consenso.

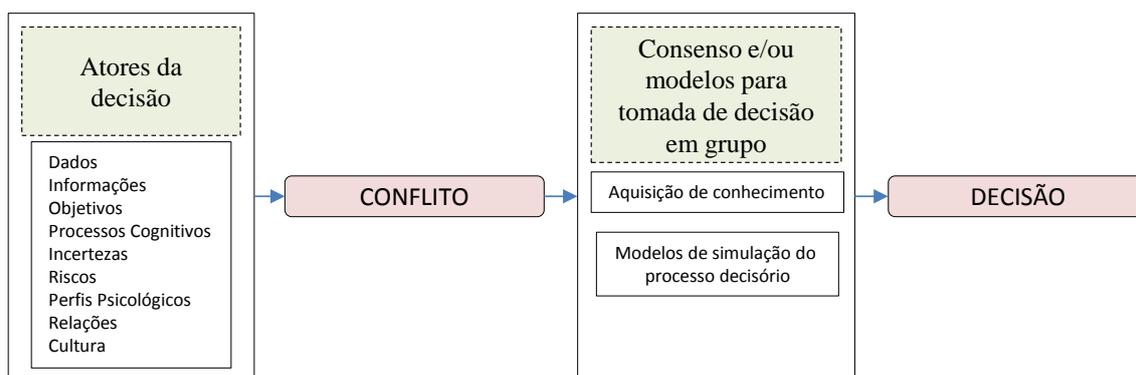


Figura 1 - Tomada de decisão em grupo

Fonte: Adaptado de Braga et al. (2008)

A construção de modelos de decisão em grupo tem utilidade para construção de diálogo e consenso em um espaço interativo, reunindo tomadores de decisão, participantes do processo de gestão e especialistas; e compreensão científica do processo e aperfeiçoamento da política e do gerenciamento de decisões (HAND, 2002). Com base nestas premissas, a Figura 1 apresenta um arranjo esquemático do processo decisório em grupo, em que a decisão é construída a partir da busca de um acordo entre duas ou mais partes, fundamentada nas fases de aquisição de conhecimento e simulação do processo, que converge para um consenso entre os participantes. A ausência de consenso caracteriza a permanência de conflito e impasse, que deve ser solucionado por meio da aplicação de modelos para tomada de decisão em grupo.

Na tomada de decisão, mais especificamente na fase de aquisição de consenso, os decisores buscam tomar as melhores decisões para otimizar seus interesses mediante assimetria de informações, fatores intervenientes e estresse (BAZERMAN e NEALE, 1988; LEITE, 2006).

Diante disso, a importância da construção de um modelo de decisão em grupo multicritério se faz necessária, uma vez que o consenso entre os decisores deve ser atingido ou a melhor alternativa deve ser selecionado ou classificada. Decisão em grupo

e apoio multicritério para tomada de decisão formam duas ferramentas indispensáveis para o processo decisório que envolva dois ou mais decisores.

Ressalta-se ainda que os modelos aqui propostos podem ser aplicados a qualquer tipo de problema de decisão em grupo, seja ele em organizações privadas ou decisão pública. As especificidades de cada área nortearão os critérios e ações a serem utilizados.

A partir dos temas principais propostos no item 1.3.2 percebe-se uma evolução do número de publicações sobre os temas 'Decisão em Grupo' e uma constância sobre os temas de 'Métodos multicritério'. O resultado de uma pesquisa realizada na base de dados *Science Direct*, para os últimos cinco anos e na área de conhecimento Engenharias, pode ser visto na Figura 2 e Figura 3.

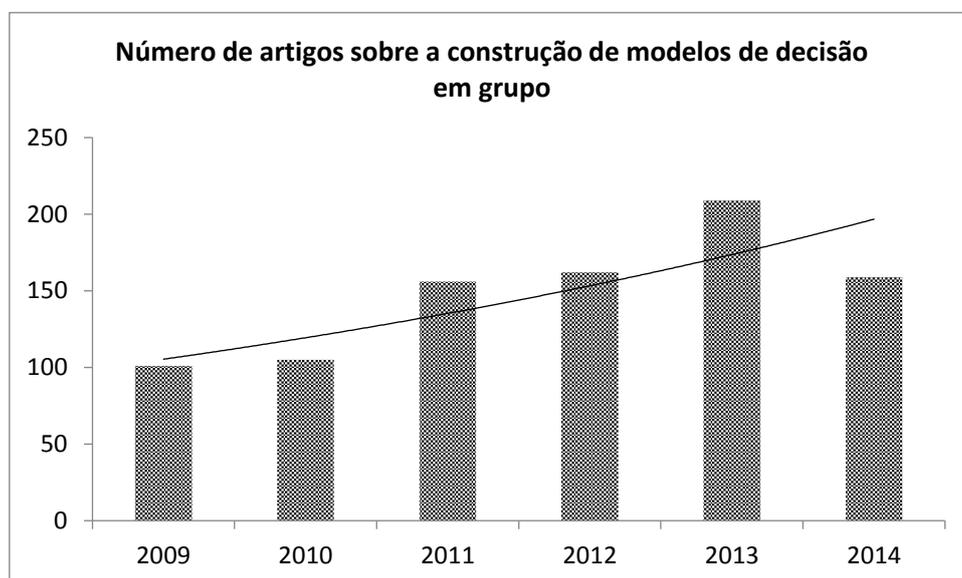


Figura 2 - Evolução do número de publicações sobre Decisão em Grupo

Fonte: Portal Science Direct

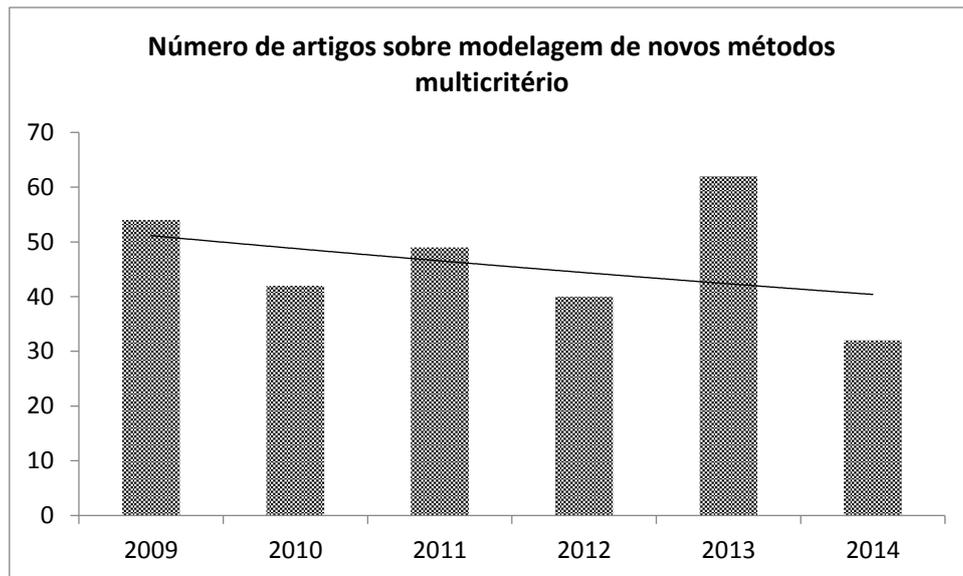


Figura 3 - Evolução do número de publicações sobre aplicação de métodos multicritério

Fonte: Portal Science Direct

Percebe-se que o tema Decisão em Grupo e todas as suas problemáticas envolvidas ganharam destaque na literatura internacional, assim como as aplicações de métodos multicritério. Em projetos de Engenharia, foco deste trabalho, a interação de mais de um decisor para a tomada de decisão eficiente é notória e a elaboração de ferramentas é indispensável.

A construção de modelos de tomada de decisão em grupo, com auxílio de métodos multicritério é o primeiro passo para o gerenciamento eficaz da complexidade de reuniões com divergências de opiniões entre os agentes da decisão.

## 1.5 Restrições e delimitações das fronteiras da pesquisa

Primeiramente, é importante esclarecer que esta tese não é hipotético-dedutiva. Faz-se uso, neste trabalho, de interpretação teórica e de aplicação empírica. Trata-se, também, da proposição de modelos de apoio à tomada de decisão para múltiplos agentes, sendo apresentadas as etapas de modelagem de um problema na área de Pesquisa Operacional (PO).

Esta pesquisa se limita a construção de modelos com ênfase na metodologia de decisão em grupo e métodos multicritério. A abordagem de negociação não será considerada.

A aplicação será realizada para apenas um modelo proposto. Será avaliado e testado o melhor modelo a ser adequado com o estudo de caso escolhido.

Por fim, os modelos de decisão em grupo são recursos importantes para mudanças e aprimoramentos nas reuniões de tomada de decisão com vários agentes decisores.

## **1.6 Organização do trabalho**

Esta tese está organizada em seis capítulos, de acordo com as etapas do processo de desenvolvimento, apresentadas no capítulo 3 (Roteiro Metodológico). O *primeiro capítulo* trata desta introdução sendo apresentada. Nela, foram apresentados os objetivos geral e específicos, as justificativas e relevância da pesquisa e, por fim, esta seção, que apresenta a organização deste trabalho.

O *segundo capítulo*, apresenta a fundamentação teórica resultante da pesquisa bibliográfica apresentando conceitos, visões, críticas, ferramentas e técnicas fundamentadas em teorias descritas por pesquisadores em suas respectivas áreas de especialização. Esse capítulo está organizado em três temas principais: a busca pelo consenso, decisão em grupo e apoio multicritério à decisão.

O *terceiro capítulo* apresenta as etapas do desenvolvimento do trabalho, onde são analisados os aspectos metodológicos e uma visão geral de cada etapa do processo de desenvolvimento, assim como as justificativas pelas escolhas dos métodos empregados.

O *quarto capítulo* apresenta os modelos de tomada de decisão em grupo construídos para esta pesquisa. São construídos quatro modelos e a cada um deles atribuída uma simulação numérica. É realizado, também nesse capítulo, um estudo bibliográfico dos modelos de decisão em grupo e multicritério, destacando os modelos descritos na literatura, com suas aplicações e seus fundamentos básicos para a construção dos modelos desta tese

No *quinto capítulo* é realizado um estudo empírico, em uma situação de decisão pública, a fim de validar um modelo desenvolvido.

Finalmente, no *sexto capítulo* são apresentadas as considerações finais e as conclusões deste trabalho, finalizando com um conjunto de sugestões de pesquisas que poderão ser desenvolvidas futuramente.

As referências bibliográficas e os apêndices, e os artefatos produzidos durante o desenvolvimento da tese, são apresentados a seguir.

# Capítulo 2

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica que dá suporte ao desenvolvimento deste trabalho, sendo tratados os seguintes conceitos:

- Consenso
- Decisão em grupo
- Apoio Multicritério à Decisão

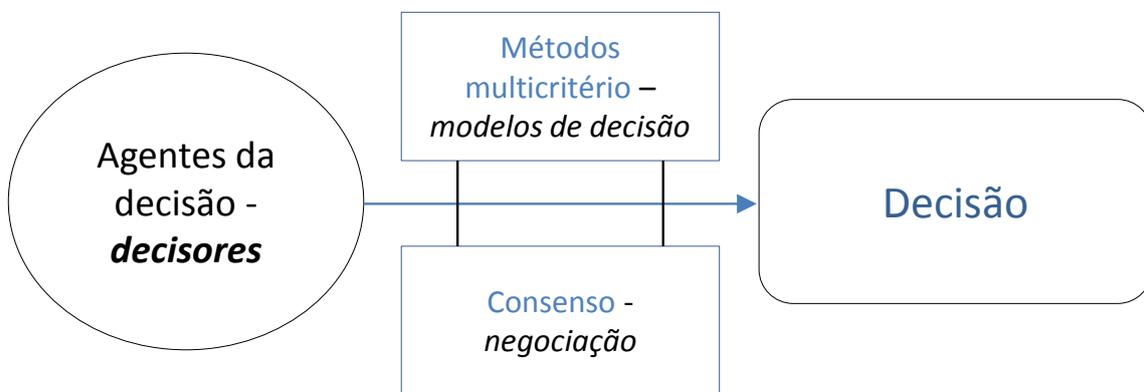


Figura 4 - Integração de temas para a tomada de decisão em grupo

A tomada de decisão em grupo é realizada mediante a presença de dois ou mais decisores, ou seja, múltiplos tomadores de decisão. A convergência de opiniões sobre as alternativas e critérios é rara, o que possibilita a aplicação de técnicas de negociação, a fim de se atingir o consenso, ou seja, agregação de opiniões individuais em um problema de decisão em grupo. É importante verificar, também, que os métodos multicritério de apoio à decisão podem e devem ser utilizados em todo o processo, pois auxiliam na classificação ou ordenação das soluções possíveis.

A integração de tais temas, explicitados no item 1.4, aqui apresentados na Figura 4, possibilita a avaliação coerente do conjunto de ações possíveis, ou seja, do conjunto de alternativas a serem avaliadas por todos os decisores em um processo de tomada de decisão. Cada um deles será discutido nos tópicos seguintes.

Vale ressaltar que, apesar de discutir o estado da arte de cada tema exposto na Figura 4, os modelos de decisão em grupo, desenvolvidos neste trabalho, não envolvem Negociação, pois é um tema intrínseco ao estudo da teoria do consenso.

## 2.1 A busca pelo consenso

*Consenso* é uma palavra de origem latina e significa anuência, consentimento. Tradicionalmente, o consenso implica um acordo unânime entre todos os participantes (BEN-ARIEH & EASTON, 2007). O consenso pode ser representado por um grupo solidário em sentimentos e crenças. Por outro lado, o termo *consentimento* pode ser entendido como uma concordância ou aprovação por algo feito ou proposto por outro; um acordo voluntário entre pessoas.

A necessidade de um acordo muitas vezes é interpretada como obter um consenso. Num processo de negociação deve existir uma “fase inicial” quando se objetiva a estrutura de negociação que conduzirá à construção de um consenso. Nessa fase de pré-negociação deve ficar claro (a) qual é o problema, (b) como se dará o processo de negociação e (c) a motivação de cada decisor envolvido (POITRAS & BOWEN, 2002). Esses três elementos devem servir como alicerces para que o processo de negociação atinja seu objetivo e podem ser facilmente estendidas em um processo de decisão em grupo.

Uma vez que unanimidade é algo difícil de acontecer, especialmente em grupos não homogêneos, muitos fazem uso de processos de votação para resolução de conflitos e de tomada de decisão. Isso muitas vezes leva a processos que terminam com frustrações e podem ser considerados como coercivos (ALMEIDA, 2013). Um processo coercivo não é um consenso (MCKINNEY, 1997). Consenso é um processo que decide o que é melhor para o grupo. Trata-se de uma decisão na qual todos os decisores concordam em prol da coletividade, mas isso não significa que a decisão final seja a preferida nas avaliações individuais de todos os participantes (MCKINNEY, 1997).

Uma definição mais razoável é considerar que o consenso pode ser alcançado quando decisores acreditam que tiveram oportunidade suficiente para expressar suas opiniões e estão dispostos a aceitar alternativas menos preferidas de forma a alcançar uma solução que seja aceitável por todos os membros do grupo.

Para obter um consenso, algumas condições são necessárias (TJOSVOLD & FIELD, 1983):

- Todos os participantes devem estar alinhados quanto a um objetivo comum: a tomada de decisão.
- Todos os participantes devem estar comprometidos em alcançar um consenso, muitas vezes requerendo paciência, tolerância e boa vontade dos decisores;

- Deve haver confiança entre os participantes do grupo para que haja um compartilhamento de opiniões, maior comprometimento entre os decisores e direitos iguais para todos;
- Todos devem entender como se dará o processo decisório. Existem diversos tipos de procedimentos metodológicos para se obter o consenso, então isso deve ficar claro no início da reunião;
- Deve-se esperar uma participação ativa de todos os decisores, já que a decisão final deve ser aceita por todos.

Em problemas de decisão multicritério, é bem improvável que todos os decisores tenham a mesma estrutura de preferência de forma a convergir a um acordo unânime. Por isso, trata-se de um processo que deve ser conduzido com o auxílio de um facilitador/analista responsável por prover uma condução eficiente do processo de decisão em grupo e por utilizar adequadamente as ferramentas para agregar as opiniões dos decisores. Além disso, obtenção de uma recomendação final por consenso pode conduzir o processo a custos elevados, seja de tempo e/ou financeiros, reforçando a necessidade de um facilitador/analista apoiando o grupo (ALMEIDA, 2013).

Em geral, as abordagens para alcançar um consenso podem ser divididas em dois grandes grupos (BEN-ARIEH & EASTON, 2007):

- Baseado no uso de modelo matemático de agregação; e
- Baseado na modificação das opiniões do grupo até a convergência de opiniões em um acordo.

Os modelos de decisão são: os sistemas de votação (BRAMS & TAYLOR, 1996), os modelos de decisão multicritério (VINCKE, 1992; KEENEY & RAIFFA, 1976; ROY, 1996) e os modelos de escolha social (KNIGHT & JOHNSON, 1994). As abordagens de tomada de decisão em grupo podem ou não focar o consenso. Os sistemas de votação e os modelos de decisão multicritério baseados em critério único de síntese ou em modelos de sobreclassificação são considerados modelos de agregação. Na primeira abordagem, algum tipo de acordo é definido e os decisores não precisam convergir em suas opiniões. Neste caso, tem-se que o consenso é uma “opinião calculada” e pode refletir a opinião de nenhum decisor. Os modelos de votação e de decisão multicritério baseados em critério único de síntese ou em modelos de sobreclassificação pertencem a essa abordagem.

Num segundo grupo de modelos para obtenção do consenso, os decisores estão dispostos a construir um acordo. A Teoria da Escolha Social estuda como medidas de

interesses individuais ou de valores podem ser agregadas para alcançar uma decisão coletiva. Engloba, dentre outros estudos, o de Jean-Jacques Rousseau em *O Contrato social*, obra que discute a vontade da maioria *versus* a vontade geral (ROUSSEAU, 1968), os estudos de Condorcet, com o paradoxo da votação, (YOUNG, 1988) e de Arrow com o Teorema da Impossibilidade (ARROW, 1950). Em geral, os modelos desenvolvidos buscando uma decisão coletiva são considerados como modelos baseados em consenso. Nessa abordagem, a interação entre os participantes é extremamente necessária, pois os decisores precisam convergir para uma recomendação que atenda aos interesses comuns do grupo. Nesse caso, o processo de tomada de decisão pode requerer mais tempo e recursos que o desejado.

### **2.1.1 Racionalidade comunicativa: o pressuposto necessário para a obtenção de consensos**

Do ponto de vista cognitivo, o conceito de racionalidade se desenvolve em duas direções que se distinguem fundamentalmente, na forma de utilização do saber proposicional<sup>1</sup>: a racionalidade *cognitivo-instrumental*, que tem a conotação de uma autoafirmação com êxito no mundo objetivo, possibilitada pela capacidade de manipular informadamente e de adaptar-se inteligentemente às condições de um contexto contingente, e a racionalidade comunicativa que possui conotações que, em última instância, remontam à experiência central da capacidade de concordar sem coações e gerar consensos com base numa fala argumentativa em que os diversos participantes superam a subjetividade inicial de seus respectivos pontos de vista e, graças a um conjunto de convicções racionalmente motivado, se asseguram por sua vez, de uma unidade do mundo objetivo e da intersubjetividade do contexto em que desenvolvem suas vidas (HABERMAS, 1999).

A análise das formas de utilização do saber proposicional permite que Habermas fundamente um conceito de racionalidade mais amplo, ao focalizar o processo de utilização comunicativa das expressões linguísticas, que não pode ser reduzida, quer à racionalidade epistemológica do conhecimento (como supõe a tradicional semântica de verdade condicional), quer à racionalidade propositada da ação (tal como defende a semântica intencionalista). A racionalidade comunicativa expressa-se na força unificadora do discurso orientado para o entendimento que assegura aos participantes,

---

<sup>1</sup> Na análise do conceito de racionalidade, Habermas concentra seus estudos na forma de utilização do saber proposicional, por pressupor que a comunicação pode expor-se explicitamente em forma de enunciados suscetíveis de fundamentação e crítica.

no ato de comunicação, um mundo da vida intersubjetivamente partilhado, garantindo assim simultaneamente um horizonte no seio do qual todos possam referir-se a um só mundo objetivo (HABERMAS, 2002).

O conceito de racionalidade comunicativa, ao mesmo tempo em que estabelece uma crítica ao modelo da relação sujeito-objeto, por este só enxergar no processo comunicativo os aspectos da cognição, procura incluir os outros dois aspectos não contemplados na ação comunicativa: o normativo e o estético- expressivo. A mediação da linguagem permite que cada falante ou ouvinte invoque pretensões de validade que pressuponha os três tipos de proposições: as que se referem ao mundo objetivo, ao mundo social e ao mundo subjetivo. A racionalidade é entendida, portanto, como a capacidade que os participantes do processo comunicativo possuem para alcançarem um saber consensual na tríplice dimensão do mundo. Estrutura-se, neste contexto, um conceito processual de racionalidade onde são racionais não as proposições que correspondem à verdade objetiva, mas aquelas que foram validadas através de um consenso motivado racionalmente (HABERMAS, 1999).

O que Habermas procura esclarecer com o conceito de racionalidade comunicativa é que no contexto da comunicação não somente chamamos racional a quem faz uma afirmação e é capaz de defendê-la frente às críticas, aduzindo as evidências empíricas, mas também aquelas que seguem uma norma vigente e são capazes de justificar suas ações perante a crítica, interpretando uma situação dada à luz de expectativas legítimas de comportamento. Da mesma forma que os atos de fala constatativos, também as ações reguladas por normas e as auto representações expressivas têm um caráter de manifestações providas de sentido, inteligíveis em seu contexto, que ficam condicionadas a uma pretensão de validade suscetível de crítica.

Habermas entende, portanto, que existem dois ambientes distintos em que o processo de argumentação e fundamentação ocorrem: o discurso teórico, que corresponde à tematização das pretensões de verdade e o discurso prático, que procura tematizar a validade das normas que se tornaram problemáticas, garantindo, por consequência, nos dois ambientes, a possibilidade de formação de consensos que se fundamentam racionalmente.

## **2.1.2 Enquadramento, preferências e consenso**

O “enquadramento” é definido por Lewicki *et al.* (2002) como a forma que as partes definem o problema ou conflito em uma situação de tomada de decisão. Podem as partes, em uma mesma situação, vê-lo e defini-lo de maneira diferente. Tornou-se um

conceito bastante consolidado entre os cientistas sociais que estudam o pensamento, a tomada de decisões, a persuasão e a comunicação.

O modelo proposto por Lewicki *et al.* (2002) apresenta as possibilidades para enquadramento:

- Enquadramento como heurísticas cognitivas: como a parte percebe e modela o resultado;
- Enquadramento como categorias de experiência: visão do decisor nas suas experiências; e
- Enquadramento como desenvolvimento da questão.

Os decisores, responsáveis pela tomada de decisão em quaisquer processos, operam em uma “arena” política, e é importante que ferramentas de modelagem indiquem as questões essenciais nesta “arena” (LOUCKS, 1992), que são influenciadas pelos objetivos e interesses dos decisores.

Gray *et al.* (1997) sugerem sete enquadramentos dominantes que as partes podem utilizar em um conflito:

- Substantivo – sobre o que é o conflito;
- Perde-ganha – como as partes vêem o risco associado a resultados em particular;
- Caracterização – como as partes vêem uma a outra;
- Resultado – predisposições que a parte tem para obter um efeito ou resultado específico da negociação;
- Aspiração – quais predisposições que a parte tem para satisfazer um conjunto de interesses ou necessidades mais amplas da negociação;
- Processo – como as partes se ocuparam para resolver a disputa; e
- Evidencial – fatos e evidências de apoio.

O enquadramento do resultado que o decisor quer, é a sua escolha, ou seja, a sua preferência. Münich *et al.* (1999) afirmam que a tomada de decisão (escolha ou julgamento) fundamenta-se em avaliações subjetivas e preferências dos indivíduos envolvidos.

Amplamente utilizada em diversas ciências, como a Psicologia (KOEHLER & HARVEY, 2004) e Economia (MILLER, 1943), a preferência reflete a opinião e a escolha do decisor frente a um bem ou situação fruto do julgamento do indivíduo.

Parte do conhecimento expresso no julgamento humano, quando através das preferências, vem impregnada com vários tipos de imperfeição, como imprecisão, nebulosidade e incerteza. Contudo, os seres humanos são capazes de aglutinar tudo, filtrando algumas dessas imperfeições, deduzindo novas partes dos ditos conhecimentos originais, e analisando muitas decisões razoáveis baseadas nelas (KULLMAN & SANDRI, 2004).

Neste sentido, a modelagem destas preferências requer uma metodologia que incorpore substancialmente aspectos subjetivos da escolha humana (TAMURA, 2005; FAN *et al.* 2005; MATSATSINIS *et al.*, 2005; CARLSSON *et al.*, 2004; HERRERA-VIEDMAN *et al.*, 2004; XU, 2004; KACPRZYK *et al.*, 1992; RIBEIRO, 1996).

Agregar preferências individuais ou conjunto de ordenações em uma hierarquização da preferência ou do consenso do grupo é um problema típico da tomada de decisão em grupo. Neste sentido, Fedrizzi (1995) e Wang *et al.* (2005) apresentam metodologias de agregação. Um outro problema que se estabelece neste tipo de modelagem é o formato de representar a preferência. Neste sentido apresentam-se algumas formas de representação da preferência: ordem de preferência, valor utilidade, preferência multiplicativa, preferência normal, preferência *fuzzy*, variáveis linguísticas e comparação par a par.

Algumas pesquisas têm utilizado as preferências com diferentes formatos simultaneamente (FAN *et al.*, 2006; MA *et al.*, 2006; ZHANG *et al.*, 2004; HERRERA-VIEDMAN, 2002; CHICLANA *et al.*, 1998); e os estudos indicam que esta linha de pesquisa tem se tornado uma das principais em tomada de decisão em grupo.

Como já destacado anteriormente, Bender & Simonovic (1997) definem consenso como uma espécie de compromisso equilibrado, caracterizado pela robustez em relação às incertezas e perspectivas do processo de gerenciamento. Os métodos de busca de consenso predominantemente baseavam-se em votação, contudo, desde meados da década de 90, conforme Kuncheva & Krishnapuram (1996), as metodologias vêm se expandido para uso de preferências (MATSATSINIS *et al.*, 2005; CARLSSON *et al.*, 2004; HERRERA-VIEDMAN, 2004; KACPRZYK *et al.*, 1992), inferência bayesiana, decisões em grupo (SEIDENFELD & SCHERVISH, 1990), ordenamento (LAI *et al.*, 2002) e análise estocástica (HONERT, 1998).

Consenso é elemento essencial da tomada de decisão em grupo que, tradicionalmente entendido como um completo e unânime acordo, vem incorporando graus para expressar o consenso fruto não de um acordo de todos os decisores, mas sim, da

maioria ou quase todos. Os graus de consenso vêm sendo usados por diversos autores na busca de se aproximar da realizada da decisão real (LI *et al.*, 2014; DONG & ZHANG, 2014; HERRERA-VIDEVA *et al.*, 2014; TAYLOR *et al.*, 2013; XU & WU, 2012; CARLSSON *et al.*, 2004; BORDOGNA *et al.*, 1997; KACPRZYK, 1996; FEDRIZZI, 1995; KUNCHEVA, 1994; FULLER *et al.*, 1994).

A ausência do consenso caracteriza uma situação de conflito, que deve ser solucionado para que o grupo tome sua decisão. Neste processo, para atingir o consenso faz-se mister a negociação entre os decisores por meio da cooperação, em que se pode apresentar coalizões ou pequenos agrupamentos, barganha entre os decisores.

Assim, a busca pelo consenso em um ambiente de tomada de decisão em grupo, é um processo de busca de um acordo razoável de todos os tomadores de decisão em uma dada situação sobre todas as ações, a fim de facilitar a seleção da melhor alternativa em todos os critérios (HERRERA-VIDEVA *et al.*, 2004). O processo de se chegar a um certo nível de acordo entre todos os tomadores de decisão, geralmente referidos como construção de consenso, é complexo e desafiador (HERRERA-VIDEVA *et al.*, 2004; MURALIDHARAN *et al.*, 2002). Isso ocorre porque (a) os tomadores de decisão individuais podem não compartilhar a mesma opinião sobre as alternativas; (b) eles podem expressar opiniões ou avaliações de forma subjetiva e imprecisa; e (c) o processo de tomada de decisão, cognitivamente, exige caminhos distintos aos decisores (BEN-ARIEH & CHEN, 2006; SREEKUMAR & MAHAPATRA, 2009).

Muitas pesquisas têm sido feitas sobre o desenvolvimento de várias abordagens para resolver o problema de decisão em grupo multicritério (LIU & HAI, 2005; MURALIDHARAN ET AL., 2002; SREEKUMAR & MAHAPATRA, 2009). Essas abordagens podem ser classificadas em (a) abordagens baseadas em maioria, (b) com base em *rankings*, e (c) as abordagens baseadas em consenso. A abordagem baseada em maioria foca nos processos de votação em que a decisão se baseia na opinião da maioria, ou seja, na opinião de cada tomador de decisão. Essa abordagem é popular devido à sua simplicidade em conceito e sua facilidade de obter as respostas (HERRERA-VIDEVA ET AL., 2004). É, no entanto, muitas vezes criticada, devido ao processo de votação demorado e a inadequação na modelagem da subjetividade e imprecisão do processo de tomada de decisão.

A abordagem baseada em classificação requer que os decisores individuais aloquem pontuações numéricas, avaliem o desempenho das alternativas e a importância dos critérios no processo de tomada de decisão. Então, esses resultados são agregados de

uma maneira específica para a produção de um índice de desempenho global de cada alternativa em todos os critérios, em que é tomada a decisão (CHEN & HWANG, 1992). Essa abordagem é eficaz para resolver o problema de decisão em grupo multicritério sob circunstâncias específicas. É um conceito simples e fácil de usar. É, no entanto, cognitivamente exigente sobre os tomadores de decisão.

A abordagem baseada no consenso reconhece a importância de se chegar a um certo nível de consenso entre os tomadores de decisão, no processo de tomada de decisão em grupo para facilitar a aceitação da decisão tomada. Ele geralmente envolve um processo interativo para a construção do consenso entre os vários tomadores de decisão. Essa abordagem provou ser prática na tomada de decisão em grupo. No entanto, ela geralmente requer cálculo matemático tedioso e uma modelagem robusta.

Enfim, a busca pelo consenso é um processo de tomada de decisão em grupo que busca um certo nível de concordância de todos os tomadores de decisão e sobre todas as alternativas possíveis em um determinado problema (BEN-ARIEH & CHEN, 2006). É um processo iterativo em que os tomadores de decisão individuais são capazes de expressar seus pontos de vista, a fim de atingir um certo nível de concordância para tomar a decisão. A busca pelo consenso é popular na tomada de decisão em grupo, devido à sua capacidade de (a) reduzir o conflito entre os tomadores de decisão, (b) aumentar a participação dos tomadores de decisão, e (c) melhorar a aceitação do resultado da decisão (KAHRAMAN *et al.*, 2009)

## **2.2 Negociação como ferramenta para o consenso**

A negociação pode ser entendida como um processo entre duas ou mais partes a fim de alcançar objetivos através de um acordo nas situações em que existam interesses comuns e conflitantes. Existe uma considerável diversidade de definições sobre o que pode ser entendido como negociação. Carnevale & Lawler (1986) definem negociação como uma forma simbólica de comunicação que envolve duas ou mais pessoas com interesse em atingir um acordo sobre assuntos onde existem interesses diferentes, sendo um elemento essencial de todas as interações interpessoais e intergrupos, podendo ser encontrado em todos os níveis da sociedade. Para Fisher *et al.* (1991), negociação é a forma de conseguir o que se quer do outro, por meio de uma comunicação bidirecional concebida para chegar a um acordo, quando pelo menos duas partes têm alguns interesses em comum e outros opostos. Para Kersten (2001), a negociação é definida como um processo de tomada de decisão envolvendo duas ou mais partes que buscam encontrar um acordo que satisfaça aos requisitos dos

participantes na presença de conflitos e informações limitadas. Mais recentemente, Wang & Zions (2008) definiram negociação como uma forma das partes atingirem um acordo em uma disputa ou em uma tomada de decisão conjunta.

Percebe-se que as negociações podem ser entendidas como decisões importantes, nas quais os negociadores envolvidos devem concordar sobre uma alternativa para ser selecionada (KEENEY, 1992). Para isso, devem-se gerar alternativas que sejam desejáveis para todas as partes na negociação e cada parte deve avaliar o valor das compensações em relação a quanto renunciar em termos de um assunto para ganhar em outro.

Raiffa (1982) descreveu que negociação é composta pela arte e pela ciência. Por arte, entende-se que são as habilidades interpessoais para convencer e ser convencido, as habilidades utilizadas para empregar manobras de barganha que frustrem os planos do adversário e a sabedoria para usá-las. Por ciência, entende-se como um meio de análise sistemática para solução de problemas.

Shakun (2010) considera que a resolução de problemas no processo de negociação possa ser tratada com a conectividade entre as pessoas. A conectividade é uma experiência de relação subjetiva dinâmica da consciência de um agente. Um agente constitui energia/matéria/consciência integralmente ligados. Segundo Kersten (2001), negociações demonstram-se de múltiplas formas, acontecem em várias situações e são influenciadas por circunstâncias éticas, culturais, econômicas e sociais. Um agente possibilita a integração desses aspectos, resultando em consenso na tomada de decisão.

Para Fraser & Hipel (1984) temos as seguintes considerações sobre negociação:

- Negociação é uma sequência de movimentos onde os adversários buscam um consenso (se possível favorável para as partes);
- Uma negociação pode ser acomodativa ou coerciva.
  - Na negociação acomodativa os movimentos são cooperativos e envolvem ajustes em direção a um compromisso.
  - Na negociação coerciva o movimento é agressivo e envolve um aumento em escala dos conflitos.

Para Matsatsinis & Samaras (2005) o processo de negociação, entre centros e/ou atores de negociação (pessoas, países, sindicatos etc.) obedece a três princípios básicos:

- Definição prévia de uma estratégia - feita antes de iniciar a negociação;

- Utilização de táticas para negociação (busca da solução do problema) - executada durante a negociação; e
- Organização do procedimento de sobrevivência (estratégico e tático) - como proceder caso não sejam obtidos os resultados favoráveis.

Para Hipel & Fraser (1984) uma estratégia de negociação só é possível quando um negociador possui "bastante tempo" para verificar "todas" as possibilidades. A tática de negociação é feita sem grande oportunidade de tempo de análise; é feita durante as negociações face-a-face e síncronas.

## 2.2.1 Etapas no processo de negociação

A negociação, como todo processo, é composta por fases distintas. Para Kersten (2002), uma negociação compreende três fases: a fase de pré-negociação, negociação e pós-negociação. A Figura 5 ilustra essas etapas da negociação, bem como as atividades relacionadas a cada uma delas.

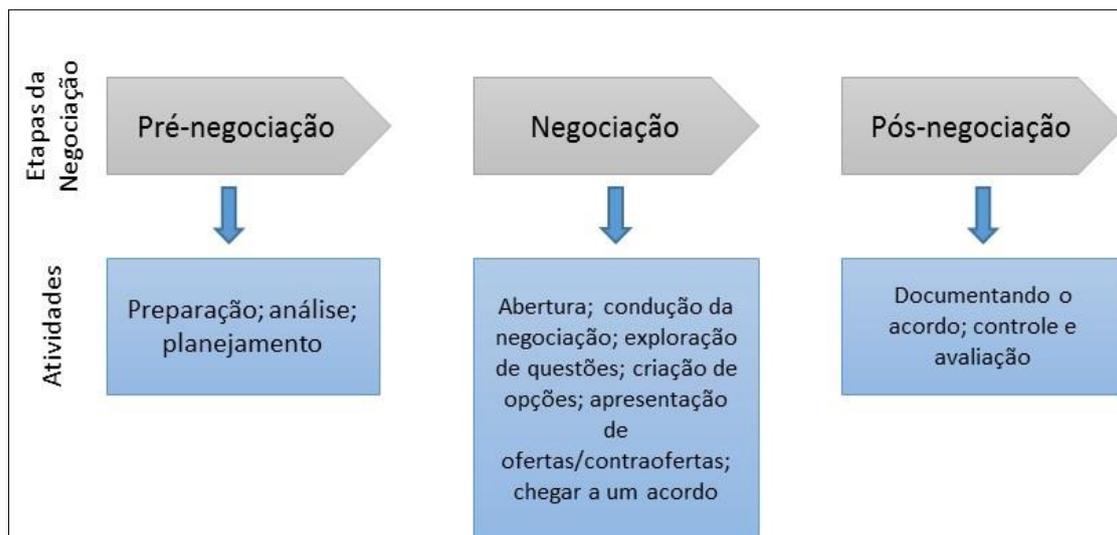


Figura 5 - Fases da Negociação

Fonte: Adaptado de Kersten (2002)

A etapa de pré-negociação tem como objetivo o estudo e o entendimento da negociação. Essa fase envolve a preparação para a negociação, a análise da situação do problema e o planejamento das estratégias de ação. Engloba ainda o conhecimento do oponente, pontos de discussão, critérios, alternativas, preferências, valores reservas e estratégias. São efetuadas as formulações e análises do problema de negociação, a avaliação do contexto do problema, do acesso e do uso do conhecimento sobre os participantes envolvidos.

A etapa de negociação é a condução da negociação em si, a qual envolve trocas de mensagens, ofertas e contraofertas para obtenção do acordo. Nessa fase, são utilizadas as estratégias e táticas desenvolvidas na fase de pré-negociação. Deve-se, nessa fase, analisar o estilo pessoal do outro negociador, avaliar se deverá ter atitudes mais agressivas ou cooperativas.

A troca de informação deve ser realizada com dois objetivos: primeiro, obter dados com relação aos interesses, questões e percepções dos demais participantes, e segundo, criar e fortalecer a confiança entre os negociadores.

A etapa de pós-negociação envolve a avaliação dos resultados obtidos e do compromisso das partes envolvidas na negociação, incluindo o acordo e a satisfação dos negociadores.

É comum também utilizar do poder como estratégia de negociação. Toda negociação implica em influências recíprocas, isto é, em um jogo de poder. Deve-se identificar o balanço de poder entre as partes e saber usá-lo de forma adequada. Hilsdorf (2005) define poder como a capacidade de influenciar a outra parte, podendo ser tudo aquilo que leva o negociador a conquistar o seu objetivo final.

Segundo Martinelli & Almeida (1997), os poderes que se tem em um processo de negociação são de ordem pessoal e circunstancial.

Os poderes pessoais são poderes natos e classificados como:

- Poder na moralidade: transmitido desde a infância pelos familiares, escola e sociedade.
- Poder da atitude, da persistência e da capacidade persuasiva: relacionado às questões comportamentais de como o indivíduo se envolve no processo de negociação.

Os poderes circunstanciais são relacionados a questões situacionais ou momentâneas.

Alguns exemplos:

- Poder do especialista: relacionado ao conhecimento e experiência do que e com quem se negocia.
- Poder de investimento: quanto mais tempo, dinheiro e energia tenham sido empregados no processo de negociação, mais os negociadores estarão dispostos a chegarem a um acordo.

- Poder da posição: relativo à posição que os negociadores ocupam frente às questões negociadas e aos seus oponentes.
- Poder da legitimidade: faz referência ao *status* da parte para persuadir.

Ao avaliar todas as estratégias e táticas de negociação, percebe-se que é essencial o conhecimento de alguns elementos a fim de obter bons resultados.

Em problemas com múltiplos decisores, a negociação é estudada mediante aplicação em diversas áreas e pesquisas, como impactos culturais na relação com fornecedores (RIBBINK & GRIMM, 2014); negociação estratégica bilateral (HAO *et al.*, 2014); modelo de negociação para grupos heterogêneos (GARCIA & SABASTIA, 2014); cadeia de suprimentos (YU *et al.*, 2013) e implantação de princípios de sustentabilidade organizacional (MERAD *et al.*, 2013).

Enfim, a negociação, como parte inerente do processo de tomada de decisão em grupo, é essencial para a convergência de opiniões entre os decisores.

## 2.3 Decisão em grupo

Os processos de negociação e decisão em grupo são atividades humanas muito complexas. Jiménez & Polasek (2003) apresentam três situações diferentes de decisão: decisão em grupo, decisão negociada e decisão sistemática. No primeiro caso, todos os indivíduos procuram por um objetivo em comum. No segundo, cada indivíduo resolve o problema de forma independente, e zonas de acordo e desacordo entre as diferentes partes são encontradas. Finalmente, no terceiro caso, cada indivíduo atua independentemente, mas todas as posições são atendidas de acordo com o princípio da tolerância.

Atualmente, vários autores vêm estudando decisão em grupo, o que indica sua relevância (YUE, 2014; JIAN-QIANG *et al.*, 2014; WU & CHICLANA, 2014; ZHU & XU, 2014; HUMPHREYS & GARRICK, 2006; BEYNON, 2006; MATSATSINIS *et al.*, 2005; CLÍMACO & DIAS, 2005).

Segundo Jelassi *et al.* (1990), a decisão em grupo é normalmente entendida como a redução de diferentes preferências individuais em um dado conjunto para uma única preferência coletiva.

Problemas de decisão envolvem diferentes decisores. Uma importante característica da decisão em grupo é que todos os indivíduos envolvidos pertencem à mesma organização. Eles podem representar diferentes departamentos da empresa, ou

diferentes países em uma organização internacional, ou simplesmente diferentes parceiros envolvidos em um projeto. Eles podem divergir na percepção do problema e terem diferentes interesses, mas são todos responsáveis pelo bem-estar da organização e compartilham a responsabilidade pela decisão implementada.

Quando uma situação de decisão envolve múltiplos atores, cada um com diferentes valores, a decisão final é geralmente o resultado de uma interação entre essas preferências individuais. No entanto, essa interação não está livre de conflito, que pode ser causada por inúmeros fatores, como por exemplo, diferentes crenças étnicas e ideológicas, diferentes objetivos específicos ou diferentes papéis dentro da organização (ROY, 1996).

Nas organizações, os conflitos são inevitáveis pela própria natureza humana – eles fazem parte da interação grupal. Gomes *et al.* (2002) colocam que o gerenciamento de conflitos num grupo deve ser estimulado como ação, já que gera novas regras para a organização, estimula a inovação, diminui as resistências à mudança e elimina a estagnação. Eles citam ainda os principais motivos do conflito, tais como o controle sobre os recursos, as preferências e os desgostos (em que as ambições e os desejos de uma parte podem confundir-se com as das outras partes), os valores de cada objetivo e a natureza e tipo de relações entre as partes.

No início dos anos 80, vários sistemas de apoio à decisão em grupo (GDSS, sigla em inglês) foram desenvolvidos para apoiar decisores em um dado contexto. O foco de muitos dos GDSS está direcionado à estruturação de ideias, geração de alternativas e procedimentos, sendo relativamente poucos os que utilizam a metodologia de apoio multicritério à decisão em grupo (MACHARIS & BRANS, 1998).

Keyva-López & Fernández-González (2003) descrevem duas abordagens, que são geralmente utilizadas com o apoio multicritério à decisão para agregação das preferências do grupo.

- Na primeira abordagem, os decisores devem entrar em acordo em relação às alternativas, critérios, performances, pesos, limiares, e os demais parâmetros necessários para se chegar a uma solução, de acordo com a problemática escolhida. A discussão em grupo foca em que ações e critérios devem ser considerados, que pesos e outros parâmetros necessários são apropriados. Uma vez que a discussão é finalizada e toda a informação é reunida, uma técnica é utilizada para obtenção dos valores dos parâmetros desse modelo que

devem representar a opinião coletiva. Com essa informação, um modelo de decisão multicritério fornece solução ao grupo.

- Na segunda abordagem, embora os decisores possam trocar opiniões e informações relevantes, é necessário um consenso do grupo somente para definir o conjunto potencial de ações. Cada membro define seu próprio critério, as avaliações apropriadas e os parâmetros dos modelos (pesos, limiares, etc.) e um método multicritério é usado para obter a ordenação pessoal. Depois, cada ator é considerado como um critério separado, e a informação contida na sua ordenação pessoal é agregada em uma ordem coletiva final, utilizando-se a mesma ou outra abordagem multicritério de decisão, como pode ser visto na Figura 6.

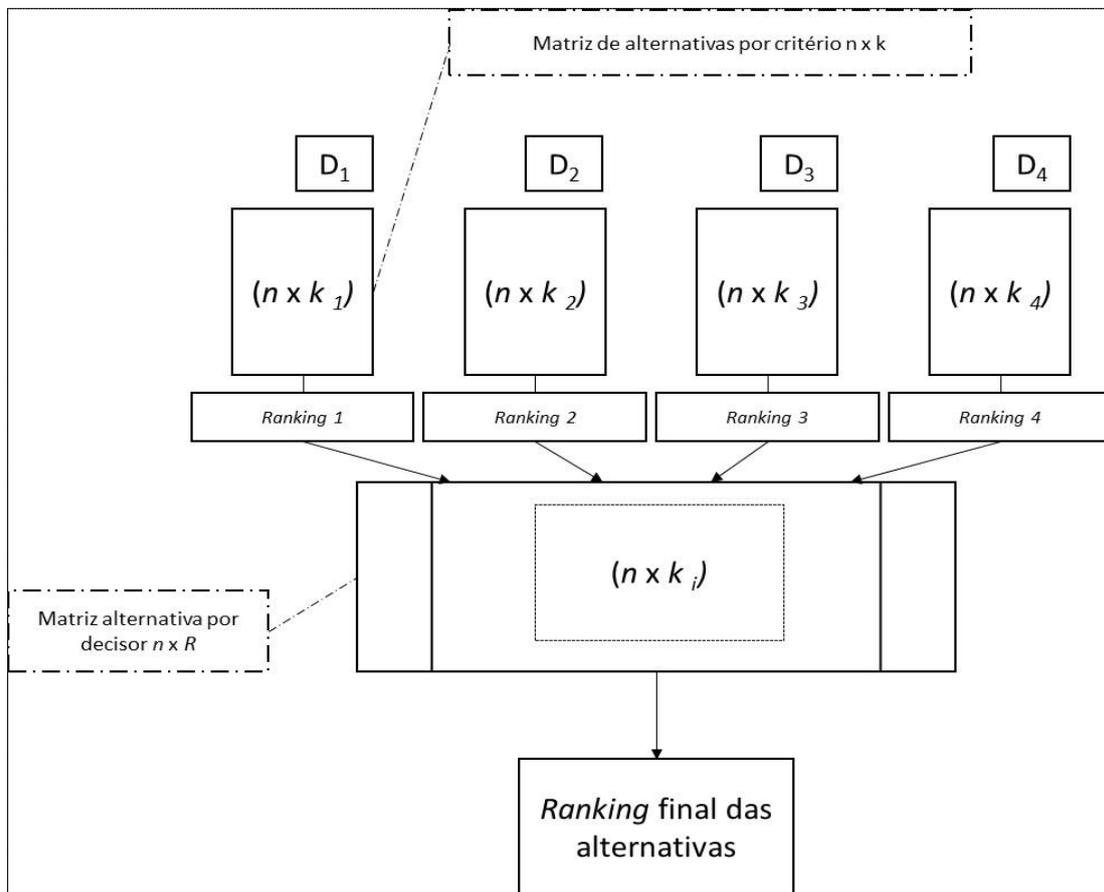


Figura 6 - Decisão em grupo considerando diferentes critérios por decisor

Fonte: Adaptado de Almeida, 2013

Precisa-se, de acordo com a Figura 6, de abordagens que utilize as informações ordinais sobre as alternativas de forma que possam ser agregadas de forma a construir o processo de decisão em grupo.

É importante destacar que, além das abordagens citadas, outras também são utilizadas, conforme descrito em Belton & Pictet (1997).

Leyva-López & Fernández-González (2003) desenvolveram o ELECTRE GD, que é uma extensão do ELECTRE III para decisão em grupo, usando um algoritmo genético para exploração da relação de sobreclassificação, que é derivada das ideias do ELECTRE relacionadas à concordância, discordância, veto e incomparabilidade. Duas etapas são exploradas: na primeira, o ELECTRE III é utilizado para construir a relação de sobreclassificação e o algoritmo genético desenvolvido pelos autores é usado para explorar essa relação, obtendo-se uma ordenação final das alternativas para cada decisor. Na segunda etapa, a partir do resultado obtido pela avaliação individual, uma relação de sobreclassificação é construída para o decisor líder (*supra decision maker* – SDM), que é explorada, resultando na ordenação final das alternativas, representando as preferências do grupo.

Macharis & Brans (1998), por sua vez, desenvolveram o GDSS PROMETHEE, com o objetivo de apoiar um grupo de decisores a encontrar um consenso em relação ao conjunto de alternativas possíveis. O método pode ser dividido em três etapas: o estágio preliminar, o de avaliação individual e o de avaliação global.

O estágio preliminar corresponde à geração das alternativas e dos critérios de avaliação – é uma fase de aquisição de conhecimento e de estruturação do problema. Já no primeiro estágio, o de avaliação individual, cada decisor realiza a avaliação das alternativas, mediante a metodologia básica do PROMETHEE; cada decisor utiliza o PROMETHEE I, o PROMETHEE II e o Plano GAIA. Ao final do estágio, cada decisor tem sua ordenação das alternativas, mediante a ordenação decrescente do fluxo líquido obtido pelo PROMETHEE II. O segundo estágio, o de avaliação global, corresponde ao estágio final. Nesse estágio, uma matriz global de preferências ( $n \times R$ ) é obtida, incluindo as  $n$  alternativas e os  $R$  critérios que correspondem aos  $R$  decisores, de forma a agregar os pontos de vista dos decisores. Mediante a aplicação de uma soma ponderada das avaliações das alternativas, a alternativa é escolhida.

Outros métodos também têm sido desenvolvidos para tratar os problemas que envolvem a decisão em grupo como o TOPSIS-based GP (YUE, 2014), VIP-G (CLÍMACO & DIAS, 2005), AGAP System (COSTA *et al.*, 2003), ARGOS (COLSON, 2000), entre outros.

### 2.3.1 Modelos desenvolvidos utilizando decisão em grupo – revisão básica

As escolhas dos agentes não são integralmente racionais, sendo baseadas em motivações externas, simplificações (heuristics) e motivações emocionais. Feita esta análise individual dos agentes, falta elucidar como este agente se comporta ao ter que escolher opções com outros diferentes agentes, ou seja, atuando em grupo. Afinal, diariamente as escolhas são feitas com base em grupos e não individualmente.

Inicialmente, faz-se necessário descrever a característica de grupo: "*consist of two or three subjects which can communicate without any restrictions and have to submit a common decision*"<sup>2</sup> (KOCHER; SUTTER, 2007, p.66), conceito este utilizado para a realização desta pesquisa. No entanto, o pensamento das massas como será visto em seguida não deve ser descartado porque sua essência também está refletida em grupos menores (LE BON, 1896).

Analisando um estudo mais geral feito por Gustave Le Bon (1896) sobre o pensamento e a atuação das massas já se pode inferir que existem dois comportamentos do ser humano: um no âmbito individual e o outro quando está em grupo. Ainda segundo Le Bon (1896), a união dos indivíduos em grupo faz o ser humano adquirir uma sensação grande de poder, tornando-se intelectualmente inferior, facilmente sugestionável e perdendo a noção de responsabilidade. Em certa medida, infere-se que a criação de grupos, ao menos aparentemente, denota um grau maior de confiança dos agentes, podendo estes assumirem maiores riscos ao mitigarem o sentimento de culpa pela decisão das escolhas se tratar do grupo e não de erro individual.

Para Kocher e Sutter (2007) a importância de se estudar os grupos está no fato das principais decisões da sociedade no que tange o econômico e o político serem tomadas em grupo e não individualmente. Ainda segundo Kocher e Sutter (2007), resultados psicológicos demonstraram que a atuação em grupo difere da individual, e conseqüentemente as decisões em grupo não são obrigatoriamente uma simples soma das decisões individuais quando estes escolhem sozinhos. Assim, a análise de alguns estudos no que tange a tomada de decisão sob risco em grupo auxilia na formulação de hipóteses sobre o possível comportamento dos grupos em relação ao efeito disposição. Baseado num estudo de Chalos e Pickard (1985) e Kocher e Sutter (2007), pode-se afirmar que os grupos têm uma alta consistência em suas escolhas, sendo capazes de

---

<sup>2</sup> Tradução: "consistindo geralmente em dois ou três sujeitos que podem se comunicar sem qualquer restrição e tem que chegar a uma decisão comum"

processar mais rapidamente informações passadas (jogos repetitivos) do que indivíduos sozinhos, em tarefas intelectuais.

Além disso, Kocher e Sutter (2005) fizeram um estudo sobre as escolhas tomadas por grupos e individualmente num jogo de decisões interativas chamado "*beauty contest*"<sup>3</sup>. Tal jogo consiste na escolha de números que vão de 0 a 100, os quais após escolhidos formarão uma média, a qual será multiplicada por dois terços. O grupo ou indivíduo que se aproximar mais do resultado final será considerado o vencedor, sendo o jogo constituído por quatro rodadas. A solução de equilíbrio é tida como a mais racional está representada pela escolha do número 0. Kocher e Sutter (2005) conseguiram resultados importantes como a descoberta de que decisões tomadas em grupo e individualmente são praticamente parelhas no início do jogo. Com o passar das rodadas e das repetições, no entanto, notou-se que os grupos tomam decisões mais racionais (escolhem números mais próximos de zero), mais rápidas e possuem uma memória mais acurada das escolhas passadas frente aos indivíduos.

Nesse sentido, percebe-se a relevância das decisões em grupo na pesquisa de Kocher e Sutter (2005), desde que os grupos já tenham alcançado certo entrosamento através do tempo para pensarem e chegarem num consenso. Ainda em relação a maior racionalidade, Bornstein e Yaniv (1998) analisaram a tomada de decisão sob risco com grupos e individualmente através de um jogo chamado "*ultimatum game*"<sup>4</sup>.

Em outro estudo, Blinder e Morgan (2005) testaram grupos de cinco pessoas em comparação a indivíduos sozinhos. Foram feitos dois estudos, um com base estatística e outro com base macroeconômica, sendo que os participantes alternavam entre grupos e indivíduos sozinhos, ou seja, foram utilizadas as mesmas pessoas para diferentes estágios do jogo.

Charness, Rigotti e Rustichini (2007) encontraram um comportamento estratégico dos grupos diferenciado em relação aos indivíduos sozinhos através de jogos experimentais como Batalha dos Sexos e Dilema dos Prisioneiros. Foram encontrados quatro importantes resultados, sendo que o estudo empírico sempre esteve voltado para a característica essencial de um grupo, a qual remete ao aspecto da identificação dos próprios participantes do grupo, bem como pelos demais grupos.

---

<sup>3</sup> Concurso de beleza. Expressão usada por Keynes para explicar a flutuação de preços nos mercados de ações

<sup>4</sup> Tradução: "Jogo do Ultimato".

Em um teste empírico feito com grupos e individualmente realizado por Shupp e Williams (2008), verificou-se que em média os grupos são mais avessos ao risco em situações que envolvem alto risco. No entanto, em situações de baixo risco os grupos se comportaram com menor aversão ao risco em comparação ao estudo individual.

Singh & Tiong (2005) propuseram modelo de decisão *fuzzy* para seleção de projetos de construção civil em um ambiente multicritério. O método proposto utiliza a teoria de conjuntos nebulosos para tratar a incerteza da natureza subjetiva da decisão e múltiplos decisores avaliando as alternativas em relação aos critérios de decisão. Durante o processo, cada decisor realizou sua avaliação individual. Posteriormente, as avaliações de todos os decisores foram agregadas utilizando-se a teoria dos conjuntos nebulosos. Para evitar a superestimação de importância de um critério particular, a importância global de um critério particular não foi só calculada pela importância daquele critério, mas também pelos valores de todos os outros critérios considerados no processo de avaliação.

Pongpeng & Liston (2003a) desenvolveram um modelo multicritério de decisão em grupo, o TenSeM, para licitação de projetos de construtoras. Os critérios utilizados são o custo e os relacionados às habilidades das empresas. Cada decisor faz sua avaliação individual – uma função aditiva é utilizada para computar o valor final de cada empresa. Posteriormente, os decisores são agregados utilizando-se uma soma de valores obtidos por cada decisor para cada empresa ponderada pela importância relativa do decisor. No entanto, eles consideraram que todos os decisores detinham de igual importância no processo decisório.

Al-Reshaid & Kartam (2005) propuseram uma metodologia para seleção de projetos no setor público. Descreveram um conjunto de critérios para pré-qualificação, para avaliação em conformidade com as solicitações submetidas pelo termo de referência, além da avaliação financeira das empresas. A avaliação das empresas, responsáveis pelos projetos, foi realizada pelo atendimento às condições especificadas no termo de referência entregue às empresas e pela proposta de menor preço. A avaliação do atendimento quanto às questões especificadas no termo foi realizada por quatro avaliadores.

Diante disso, percebem-se as distinções entre grupos e indivíduos sozinhos, os quais pensam e reagem de maneiras muitas vezes contraditórias dependendo da situação e do meio em que estão situados.

No Capítulo 4 será apresentada uma revisão sistemática completa sobre modelos de decisão em grupo desenvolvidos nas últimas duas décadas.

## **2.4 Apoio Multicritério à Decisão**

Esse tópico apresenta uma visão geral em relação ao apoio multicritério a decisão, descrevendo os atores do processo decisório e as problemáticas de referência. Engloba também a modelagem de preferências e alguns conceitos básicos utilizados no trabalho.

### **2.4.1 Visão geral**

O apoio multicritério a decisão proporciona ao decisor algumas ferramentas que o possibilitam resolver problemas levando em consideração diferentes pontos de vista, muitas vezes contraditórios (VINCKE, 1992). De acordo com Roy (1996), pode ser definido como a atividade de um analista que, com base em modelos formalizados, busca respostas às questões colocadas pelos decisores ao longo do processo, levando, muitas vezes, a recomendações de ação ou simplesmente a um favorecimento de uma evolução do processo mais consistente com os objetivos e sistemas de valores dos decisores.

É importante ressaltar que os métodos de decisão multicritério não visam encontrar uma solução que seja uma verdade única representada pela ação selecionada, e sim apoiar o processo decisório. Portanto, tão importante quanto a qualidade da informação disponível é a forma de tratamento analítico aplicada (GOMES, 2002).

#### *- Atores do processo decisório*

Todos os indivíduos ou grupo de pessoas, que participam direta ou indiretamente do processo decisório, podem ser considerados como atores. Para Roy (1996), entre os atores, têm-se os decisores, aos quais a atividade de apoio está especialmente dirigida, e os analistas de decisão.

De acordo com Gomes *et al.* (2002), os seguintes atores estão envolvidos no processo de decisão:

- Decisor: exerce influência no processo de decisão de acordo com o juízo de valor que representa e/ou relações que se estabeleceram. São os homens e/ou instituições que estabelecem os limites do problema, especificam os objetivos a serem alcançados e emitem julgamentos. São aqueles sobre os quais

normalmente recai o financiamento e/ou a responsabilidade legal/moral pela escolha.

- **Facilitador:** é um líder experiente que deve focalizar a sua atenção na resolução do problema, coordenando os pontos de vista dos decisores, mantendo o decisor motivado e destacando o aprendizado no processo de decisão. Seu papel é esclarecer e modelar o processo de avaliação e/ou negociação conducente à tomada de decisão, permanecendo sempre com uma postura neutra em relação ao processo decisório.
- **Analista:** é o que faz a análise, auxilia o facilitador e o decisor na estruturação do problema e identificação dos fatores do meio ambiente que influenciam na sua evolução, solução e configuração.

Existem também os “grupos de decisão”, ou *stakeholders*, na terminologia consagrada em inglês, que, mesmo não tendo responsabilidade formal pela escolha, conseguem, muitas vezes, por sua ação, participar ativamente do processo decisório. Além desses, há o grupo dos terceiros, que são aqueles grupos que não participam ativamente do processo de decisão, sendo, no entanto, afetados pelas consequências que dele decorrem, de maneira direta ou indireta. Suas preferências precisam, portanto, serem consideradas pelos decisores (ROY, 1996).

#### - *Problemáticas de referência*

No contexto do apoio à decisão, o resultado pretendido em determinado problema pode ser identificado entre quatro tipos de problemáticas de referência, descritas em Gomes *et al.* (2002):

- **Problemática de escolha –  $P\alpha$ :** tem como objetivo esclarecer a decisão pela escolha de um subconjunto tão restrito quanto possível, tendo em vista a escolha final de uma única ação;
- **Problemática de Classificação –  $P\beta$ :** tem como objetivo esclarecer a decisão por uma triagem resultante da alocação de cada ação a uma categoria (ou classe). As diferentes categorias são definidas a priori com base em normas aplicáveis ao conjunto de ações;
- **Problemática de Ordenação –  $P\gamma$ :** tem como objetivo esclarecer a decisão por um arranjo obtido pelo reagrupamento de toda ou parte (as mais satisfatórias) das ações em classes de equivalência. Essas classes são ordenadas de modo completo ou parcial, conforme referências;

- Problemática de Descrição – P $\bar{d}$ : tem como objetivo esclarecer a decisão a ser tomada, por uma descrição, em linguagem apropriada, das ações e de suas consequências.

No entender de Roy (1996), a maneira de formular o problema de decisão depende de se precisar a natureza do que procura e do espírito da recomendação, podendo ser escolhida uma problemática, um caso especial de uma delas, uma sequência de mais de uma problemática ou até mesmo uma mistura diferente, quando não se verificar nenhuma das opções citadas.

## 2.4.2 Modelagem das preferências

No intuito de apoiar o processo decisório, é necessário que se estabeleçam certas condições que possam expressar as preferências do decisor quando da comparação entre duas ações potenciais. Essas condições são definidas por relações binárias que fazem a ligação entre dois objetos ou descrevem a presença ou ausência de certa propriedade (ROY, 1996).

### - *Sistemas de relações de preferências*

A esse respeito, Roy (1996) afirma que as preferências do decisor são modeladas através de sistemas de relações de preferências, sendo os principais o Sistema Básico de Relações de Preferência (BSPR – *Basic System of Preference Relations*) e o Sistema Consolidado de Relações de Preferência (CSPR – *Consolidated System of Preference Relations*).

Quando o decisor se depara com a necessidade de definir suas preferências entre duas alternativas  $a$  e  $a'$  de um conjunto  $A$  de ações, são identificadas as seguintes situações no sistema básico (BSPR): Indiferença (I), Preferência Estrita (P), Preferência Fraca (Q) e Incomparabilidade (R), conforme apresentadas na Tabela 1.

A teoria de decisão clássica, idealizada pela Escola Americana, considera apenas duas situações como sendo básicas: a Indiferença e a Preferência Estrita. As situações de Incomparabilidade ou Preferência Fraca não existem ou não estão combinadas a outras situações.

Roy (1996) coloca que essa visão não incorpora a existência de situações nas quais o decisor ou o analista apresenta um dos seguintes comportamentos:

- Não é capaz de decidir: existência de dados subjetivos ou mal coletados;

- Não sabe como decidir: o analista não é sensível às preferências do decisor ou o decisor está inacessível no momento;
- Não deseja decidir: opta por continuar o desenvolvimento dos estudos deixando a definição para uma etapa posterior, quando então terá mais condições de realiza-la.

Tabela 1 - Situações básicas de preferência

Situação	Definição	Propriedades
Indiferença (I)	Existência de razões claras e positivas que justificam a equivalência entre duas ações	I: relação reflexiva e simétrica
Preferência Estrita (P)	Existência de razões claras e positivas que justificam uma preferência significativa em favor de uma das duas ações identificadas.	P: relação assimétrica (não reflexiva)
Preferência Fraca (Q)	Existência de razões claras e positivas que invalidam a estrita preferência em favor de uma das duas ações identificadas, mas que são insuficientes para deduzir uma estrita preferência em favor da outra ação ou indiferença entre as duas ações, não permitindo, desse modo, diferenciar nenhuma das duas situações precedentes.	Q: relação assimétrica (não reflexiva)
Incomparabilidade (R)	Ausência de razões claras e positivas que justificam quaisquer das três situações precedentes.	R: relação simétrica (não reflexiva)

Fonte: Adaptado de Roy (1996)

O Sistema Consolidado, descrito por Roy (1996), introduz outras situações além das quatro caracterizadas pelos agrupamentos ou combinações das situações básicas, sendo conhecidas como situações consolidadas de preferências assim representadas: não-preferência ( $\sim$ ), preferência ( $>$ ), J-preferência (J), K-preferência (K) e Sobreclassificação (S), mostradas na Tabela 2.

Tabela 2 - Situações consolidadas de preferências

Situação	Definição	Propriedades
Não-Preferência ( $\sim$ )	Corresponde a uma ausência de situações claras e positivas para justificar a preferência estrita ou	$\sim: a \sim b \leftrightarrow a / b$ ou a $R$ b

	preferência fraca em favor de uma das ações e, portanto, consolida as situações de indiferença ou de incomparabilidade, sem ser capaz de diferenciá-las.	
Preferência	Corresponde à existência de razões claras e positivas que justificam a preferência estrita ou a preferência fraca em favor de uma (bem identificada) das duas ações e, portanto, consolida as situações de preferência estrita e preferência fraca, sem, no entanto, possibilitar a diferenciação entre elas.	$\succ: a \succ b \leftrightarrow a P b \text{ ou } a I b$
J-Preferência (Presunção de Preferência)	Corresponde à existência de razões claras e positivas que justificam a preferência fraca, sem se preocupar a quão fraca ela é, em favor de uma (bem identificada) das duas ações, ou no limite, a indiferença entre elas, embora não exista nenhuma divisão significativa estabelecida entre as situações de preferência fraca e indiferença.	$J: a J b \Rightarrow a Q b \text{ ou } a I b$
K – Preferência	Corresponde à existência de razões claras e positivas que justificam a preferência estrita em favor de uma (bem definida) das duas ações, ou a incomparabilidade entre elas, embora não exista nenhuma divisão significativa estabelecida entre as situações de preferência e incomparabilidade.	$K: a K b \Rightarrow a P b \text{ ou } a R b$
Sobreclassificação (outranking)	Corresponde à existência de razões claras e positivas que justificam tanto a preferência ou a J-preferência em favor de uma (bem identificada) das duas ações, embora não exista nenhuma divisão significativa estabelecida entre	$S: a S b \Rightarrow a P b \text{ ou } a Q b \text{ ou } a I b.$

	as situações de preferência estrita, preferência fraca e indiferença. Uma ação $a$ sobreclassifica $b$ ( $aSb$ ) se $a$ é considerada ao menos tão boa quanto $b$ .	
--	---	--

Fonte: Adaptado de Roy (1996)

- Estruturas de preferências

Segundo Vincke (1992) a maioria dos estudos sobre modelagem de preferências trata principalmente de situações que envolvem: preferência (P), indiferença (I) e incomparabilidade  $\otimes$ .

Baseadas nas quatro relações de preferências básicas, são apresentadas, na Tabela 3, as estruturas de preferências mais comuns que não aceitam a incomparabilidade entre ações, ou seja, a relação R é vazia.

Tabela 3 – Estruturas de preferências básicas sem incomparabilidade

Estrutura	Representação Funcional ( $g$ definida em $A$ , $\forall a, b \in A$ )	Propriedades das relações	Observações
Classes de equivalência	Não forma uma ordem; as ações são equivalentes.	I: Simétrica e Transitiva; $\sim$ : Simétrica e Transitiva.	Sistemas de relação com apenas uma relação simétrica.
Pré-ordem completa	$a P b \Leftrightarrow g(a) > g(b)$ $a I b \Leftrightarrow g(a) = g(b)$	P: Transitiva e Assimétrica; I: Reflexiva, Simétrica e Transitiva; R=0; Ausência de Incomparabilidade.	Noção intuitiva de classificação com possibilidade de empate por similaridade.
Ordem completa	$a P b \Leftrightarrow g(a) > g(b)$	P: Transitiva e Assimétrica; I: Reflexiva, Simétrica e Transitiva; R = 0	Noção intuitiva de classificação sem possibilidade de empate ou similaridade.
Quase-ordem	$a P b \Leftrightarrow g(a) > g(b) + q$ $a I b \Leftrightarrow  g(a) - g(b)  \leq q$ $q$ = limiar de indiferença	P: Transitiva e Assimétrica; I: Reflexiva e Simétrica;	Existência de um limiar, abaixo do qual o decisor não consegue

		$R = 0.$	explicitar a diferença ou se recusa a declarar a preferência.
Ordem de intervalo (limiar de indiferença variável)	$a P b \Leftrightarrow g(a) > g(b) + q(g(b))$ $a I b \Leftrightarrow g(a) \leq g(b) + q(g(b))$ $a I b \Leftrightarrow g(b) \leq g(a) + q(g(a))$	P: Transitiva e Assimétrica; I: Reflexiva e Simétrica; $R = 0.$ $A P b, b I c, c P d \Rightarrow a P d$	Limiar que varia ao longo da escala de valores.
Pseudo-ordem	$a P b \Leftrightarrow g(a) > g(b) + p(g(b))$ $a Q b \Leftrightarrow q < g(a) - g(b) \leq p(g(b))$ $a I b \Leftrightarrow  g(a) - g(b)  \leq q$	P e Q: Transitiva e Assimétrica; I: Reflexiva e Simétrica; $R = 0.$	Limiar de indiferença (q): abaixo do qual é clara a indiferença. Limiar de Preferência (p): acima do qual não há dúvida sobre a preferência.

Fonte: Adaptado de Roy (1996) e Vincke (1992)

Através da análise do comportamento dos decisores, observa-se que a situação de ausência de incomparabilidade não é muito realista, uma vez que, em muitas situações, não desejam expressar suas preferências ou se sentem incapazes de fazê-lo. A incomparabilidade aparece frequentemente quando opiniões contraditórias são agregadas (VINCKE, 1992).

As estruturas parciais de preferência, que aceitam incomparabilidade, são as representadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Estruturas básicas de preferências com incomparabilidade

<b>Estrutura</b>	<b>Representação Funcional</b> (g definida em A, $\forall a, b \in A$ )	<b>Propriedades das relações</b>	<b>Observações</b>

Pré-ordem parcial	$a P b \Rightarrow g(a) > g(b)$ $a I b \Rightarrow g(a) = g(b)$	P: Assimétrica e transitiva; I: Simétrica, transitiva e reflexiva; R: Simétrica e não-reflexiva.	Noção intuitiva de classificação com possibilidade de empate por similaridade. $R \neq 0$
Ordem parcial	$a P b \Rightarrow g(a) > g(b)$	P: Assimétrica e transitiva; I: Simétrica, transitiva e reflexiva; R: Simétrica e não-reflexiva.	Noção intuitiva de classificação sem possibilidade de empate por similaridade. $R \neq 0$

Fonte: Adaptado de Roy (1996) e Vincke (1992)

Com isso, o uso de preferências é de essencial importância na aplicação de métodos multicritério para apoio à decisão, onde expressam os caminhos decididos por cada decisor, referente às alternativas analisadas. **Considerações finais do capítulo**

Nesse capítulo apresentou-se a definição de decisão multicritério e discutiu-se sobre as duas principais correntes filosóficas: a dos métodos baseados em critério único de síntese e a dos métodos de sobreclassificação.

O consenso e os modelos de agregação definem as estratégias nas quais os grupos tomam suas decisões (TJOSVOLD e FILED, 1983). Note que o contexto cooperativo e competitivo do problema pode afetar o sucesso da abordagem selecionada (se pela agregação ou pelo consenso). O ambiente cooperativo ocorre quando as pessoas percebem se seus objetivos estão positivamente relacionados. Por sua vez, em competições, as pessoas acreditam que seus objetivos estão negativamente relacionados (isto é, a melhoria do objetivo de um decisor interfere no objetivo do outro). A ênfase do competitivo é vencer. A ênfase do cooperativo é trabalhar para um benefício comum.

Existem na literatura alguns modelos de decisão em grupo. Infelizmente, segundo o Teorema de Impossibilidade de Arrow não é possível construir um modelo que satisfaça as preferências de todos os decisores, logo o consenso como unanimidade só existe se todos os decisores possuírem a mesma estrutura de preferência.

Nesse capítulo, também, discute-se a importância do conhecimento do 'agir comunicativo', de Habermas. Na busca pelo consenso e diante da aplicação de

ferramentas para a tomada de decisão, mesmo a mediação deve ser constantemente avaliada para que não se torne uma ação estratégica que busca influenciar o outro, o que poderia impedir a chegada a um consenso ou mesmo criar pseudo-consensos. Para Habermas (2002) como mesmo o mundo da vida é invadido e influenciado pelos subsistemas econômicos e burocráticos a mediação também pode sofrer tal influência.

Com base na fundamentação teórica aqui levantada, percebe-se que existe espaço na literatura para construção de modelos de agregação que considerem o consenso como o elemento inerente ao modelo. A proposta para este trabalho, então, é verificar a possibilidade de construção de novas métricas para modelos de integração de métodos de forma a identificar a distância entre as opiniões do grupo decisor. A eliminação dessa distância possibilitará trazer à luz informações que faltam aos modelos de tomada em decisão baseados em consenso.

## Capítulo 3

### 3 ROTEIRO METODOLÓGICO

Em projetos realizados em grupo ou até mesmo com apenas um especialista, como já visto no Capítulo 2, para a tomada de decisão utiliza-se métodos, ferramentas e técnicas apropriadas que possam garantir a tomada de decisão de forma eficiente, objetiva e robusta. O rigor aplicado nesses projetos procura se ater, de maneira geral, a restrições de escopo (quanto ao que se pretende analisar, classificar ou sobreclassificar) e tempo (ferramentas certas para o tempo disponível de entrega da solução). Mudanças em qualquer um desses elementos impactam diretamente nos demais, por essa razão o rigor se firma, principalmente, sobre essas restrições. Em geral, o rigor está mais associado aos resultados do projeto do que aos métodos utilizados para entregá-los (MOURA, 2015).

O conjunto coeso de atividades sistemáticas que auxiliarão o pesquisador a tomar decisões a fim de traçar o caminho ordenado de suas pesquisas é característica dos métodos científicos (MARCONI e LAKATOS, 2003). Portanto, projetos de investigação científica se valem da escolha de métodos científicos adequados a fim de garantir o rigor e a rastreabilidade das atividades realizadas.

A engenharia de produção, ao lançar mão de projetos de pesquisa, procura por respostas que a auxiliem a resolver problemas de caráter pragmático mediante o uso

de procedimentos ou métodos científicos. O que deve ficar claro ao pesquisador é que esses procedimentos ou métodos devem ser moldados de acordo com o problema de pesquisa. É o problema de pesquisa que deve determinar os métodos e a abordagem utilizada, combinadas ou em sequência (CHARMAZ, 2009).

Este capítulo tem por objetivo apresentar os aspectos metodológicos utilizados nesta pesquisa e descrever as etapas do ciclo de vida do projeto de pesquisa desenvolvido. A seção 3.1 trata dos aspectos metodológicos que permeiam este trabalho e a seção 3.2 apresenta as etapas realizadas no projeto de pesquisa, compreendidas no ciclo de vida do projeto.

### **3.1 Aspectos metodológicos**

A estruturação ou definição do problema, de acordo com Bidigoli (1989), é uma das etapas mais importantes para formulação de problemas em Pesquisa Operacional. Nela, os objetivos, os cursos alternativos de ação e as restrições do problema em questão devem ser bem estabelecidos. Vários métodos de estruturação de problemas têm sido desenvolvidos com o objetivo de apoiar grupos a entrarem em acordo sobre o foco de um problema (WINTER, 2006; ROSENHEAD, 2006; FRANCO *et al.*, 2004; ROSENHEAD & MINGERS, 2004).

Após essa fase, o próximo passo é a construção do modelo. Para Campello de Souza (2005), um modelo “é uma representação dos aspectos essenciais de um processo ou de um sistema, susceptíveis de fornecer informações a respeito desse sistema, de uma forma utilizável”.

O processo de construção de modelos obedece a padrões que dependem da complexidade do sistema e do grau de acesso que os pesquisadores têm à sua estrutura. É importante considerar também a relação existente entre a disponibilidade de dados e a construção do modelo, o que frequentemente obriga o desenvolvimento de um modelo menos exato do que se esperava, mas mesmo assim útil (ACKOFF & SASIENI, 1975).

Neste trabalho, a modelagem será realizada mediante a Abordagem Multicritério de Apoio à Decisão. Os métodos multicritérios têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os decisores na avaliação e escolha das alternativas-solução, em diferentes espaços. O espaço das variáveis de decisão, em particular, consiste no conjunto de ações factíveis e não factíveis para dado problema (GOMES *et al.*, 2002).

Sob o ponto de vista dos objetivos geral e específico, esta tese demonstra o seu caráter exploratório quando observamos que os métodos utilizados buscam explorar o tema através de avanços da teoria. A revisão da literatura (pesquisa bibliográfica) e a revisão sistemática da literatura são considerados como métodos qualitativos, explicitamente exploratórios (SILVA e MENEZES, 2005).

Definir qual a abordagem será utilizada na pesquisa permite ao pesquisador delinear o processo de desenvolvimento e, posteriormente, especificar os procedimentos de coleta e análise de dados a serem utilizados (GIL, 2007).

O processo investigativo é complexo e para o pesquisador só lhe resta utilizar a criatividade científica à medida que se depara com restrições das mais diversas naturezas durante a pesquisa. Isto faz com que os projetos de pesquisa façam uso de métodos distintos a fim de superar as dificuldades encontradas durante as etapas planejadas inicialmente.

### **3.2 O ciclo de vida do projeto de pesquisa**

Apesar de a literatura científica reportar a existência de diversos modelos de decisão em grupo com o uso de métodos multicritério, o processo de construção desses modelos ainda é pouco explorado. Esta seção tem por objetivo apresentar o ciclo de vida deste projeto de pesquisa (Figura 7) a fim de permitir que outros pesquisadores compreendam todas as etapas necessárias para a entrega do produto final, neste caso, os modelos de decisão em grupo com o uso de métodos multicritério.

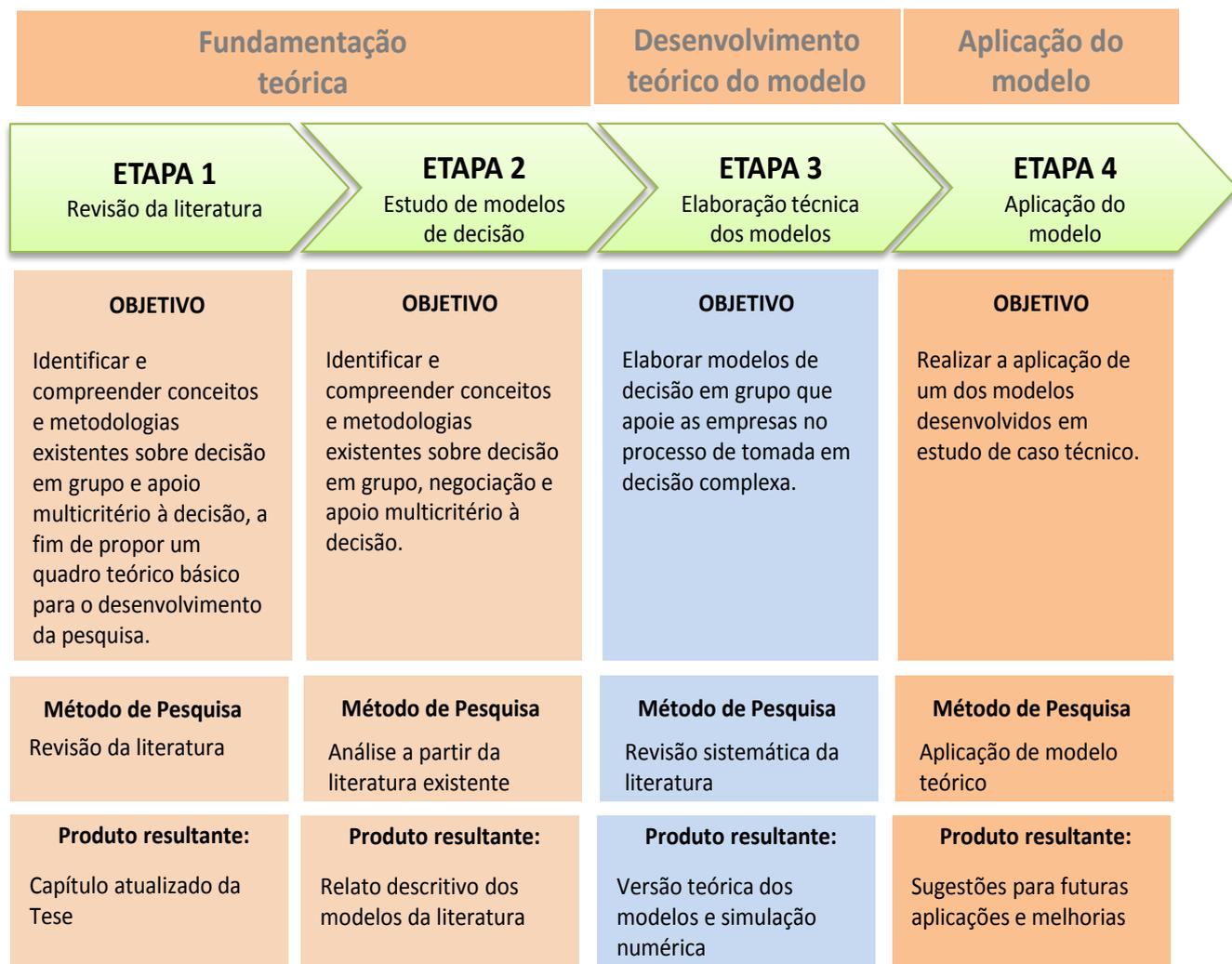


Figura 7 - Ciclo do projeto de pesquisa

Fonte: Adaptado de Moura (2015)

A definição utilizada para 'ciclo', como roteiro neste capítulo, é o de uma série de fases sequenciais, por meio das quais percorre um projeto, desde sua concepção até o seu encerramento (PMI, 2013). Nesse caso, a representação é linear e se encerra com a publicação deste trabalho.

Com o intuito de facilitar a rastreabilidade do processo de pesquisa, o ciclo do projeto foi definido de tal forma que outros pesquisadores possam compreender mais facilmente as etapas e os métodos utilizados. O pesquisador pode planejar, com algum grau de precisão, os métodos a serem utilizados e os produtos resultantes em cada etapa do ciclo (MOURA, 2015). Neste projeto, as etapas foram distribuídas em três grupos, ou macroetapas, principais: (i) fundamentação teórica; (ii) desenvolvimento teórico do modelo; e (iii) a aplicação do modelo.

Como pode ser observado, cada macroetapa é composta por uma ou duas etapas, totalizando quatro etapas consecutivas. No entanto, apesar do ciclo dar a impressão de execução consecutiva, à medida que o projeto se desenvolvia e informações relevantes eram identificadas, o conteúdo descrito nas etapas anteriores recebia melhorias, como aconteceu, por exemplo, na Etapa 3 (Elaboração Teórica do Modelo) em que, por algumas vezes, foi necessário complementar a fundamentação teórica (etapas 1 e 2). As seções seguintes descrevem os objetivos de cada etapa.

### **3.2.1 Etapa 1: Revisão da literatura**

Essa etapa teve como objetivo identificar e compreender, por meio de uma pesquisa bibliográfica, os conceitos que envolvem a base deste estudo: decisão em grupo, apoio multicritério à decisão e consenso. Os conceitos e reflexões identificados durante o estudo ajudaram a compor o quadro teórico necessário para a formulação da proposta da pesquisa. Os resultados dessa etapa são apresentados no Capítulo 2 (Fundamentação Teórica).

### **3.2.2 Etapa 2: Estudo de modelos de decisão**

Essa etapa buscou identificar os principais conceitos, a estrutura e os componentes dos modelos de decisão em grupo de maior relevância para a pesquisa, sem pretender, no entanto, contrastar os pontos fortes e fracos entre eles. Essa etapa foi fundamental para se conhecer a arquitetura e o funcionamento desses modelos e apoiar na escolha pela estrutura que melhor se adequasse à proposta da tese.

Para que o esse estudo pudesse ser realizado de forma homogênea e uniforme, foi necessária a especificação de um protocolo para a análise dos modelos. Os conceitos e as estruturas identificados durante o estudo ajudaram na escolha do modelo. Os resultados desta etapa estão apresentados no Capítulo 4 (Proposição de Modelos de Decisão em Grupo Multicritério).

### **3.2.3 Etapa 3: Elaboração teórica dos modelos**

O objetivo dessa etapa foi o desenvolvimento da versão teórica dos modelos para a decisão em grupo, com grande e pouca complexidade para tomada de decisão. Para a construção desses modelos foi realizada a revisão sistemática da literatura.

#### **- Revisão Sistemática da literatura**

Essa atividade consistiu de uma investigação aprofundada na literatura especializada com o objetivo de identificar processos e práticas a fim de reunir um conjunto teórico coeso que pudesse compor a estrutura do modelo. A partir dessa estrutura, os modelos teriam a capacidade técnica de serem construídos, integrando saberes explícitos na literatura.

A revisão sistemática é um processo que envolve muita disciplina e organização, e para tanto, se faz necessário criar um protocolo de pesquisa para manter a rastreabilidade das atividades realizadas. O protocolo desenvolvido neste estudo foi baseado no trabalho publicado por Moura (2015).

As principais fases da revisão sistemática foram: (i) desenvolver o protocolo de pesquisa; (ii) conduzir a pesquisa; e (iii) relatar os resultados. A definição do protocolo de pesquisa consta da primeira fase, sendo fundamental para a obtenção dos resultados que se deseja investigar. Durante essa fase, além da criação, foi necessário verificar a integridade e a robustez do protocolo, mediante a realização de testes nas bibliotecas digitais. À medida que os testes eram realizados, o protocolo sofria ajustes de acordo com as publicações retornadas.

#### **- Interpretação dos resultados**

À medida que as publicações eram selecionadas pelo protocolo da revisão sistemática, essas eram armazenadas no software Mendeley®.

Não foi alvo desta pesquisa a produção de uma teoria, apenas a análise, a categorização e a codificação dos dados obtidos do processo de revisão sistemática. Esta atividade se baseou no referencial teórico da publicação de Moura (2015).

### **3.2.4 Etapa 4: Aplicação do modelo**

Por fim, o instrumento de avaliação de um dos modelos criados foi aplicado em uma organização pública voltada para o gerenciamento e segurança da costa marítima brasileira. O objetivo desta etapa foi a realização de uma aplicação do modelo e identificar possíveis incoerências e dificuldades deste instrumento, resultando, possivelmente, em propostas para melhorias futuras.

## Capítulo 4

## 4 MODELOS DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO

Este capítulo apresenta a sistemática de estruturação proposta para elaboração dos modelos de decisão em grupo multicritério. Três passos são realizados, conforme Figura 8:

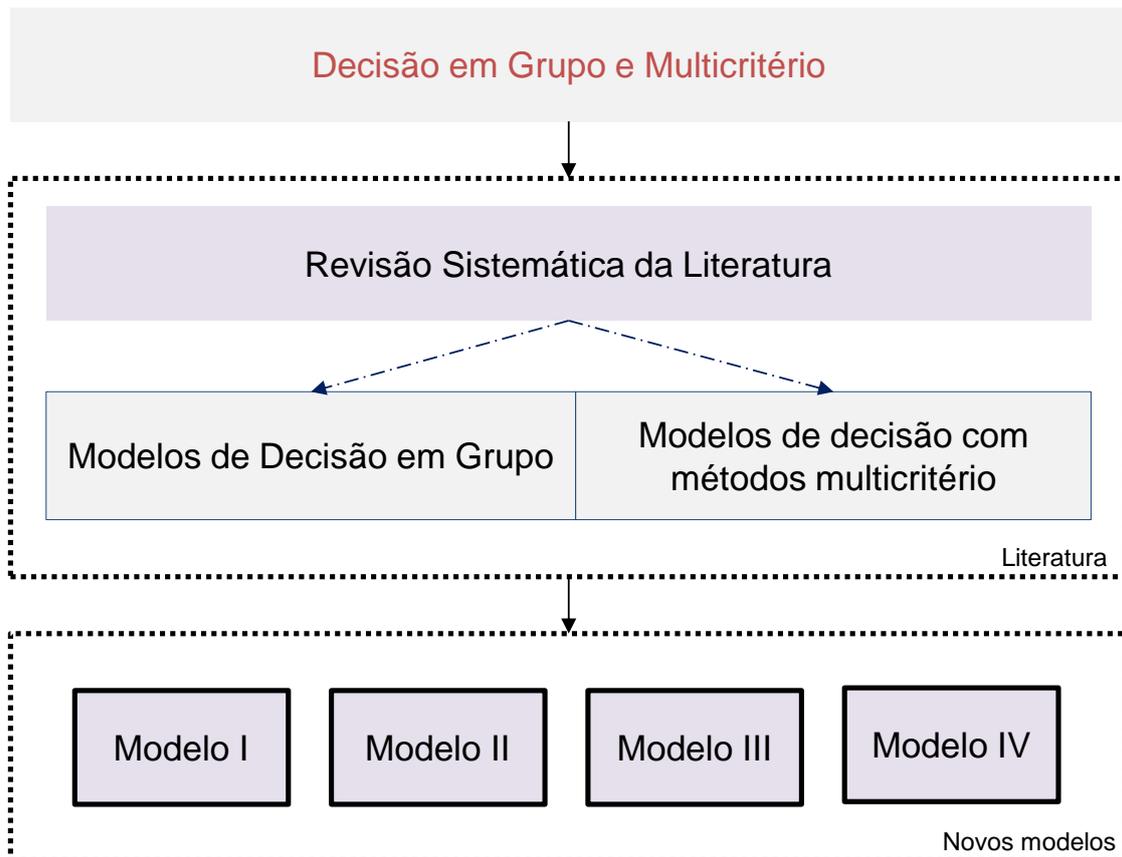


Figura 8 - Processo de desenvolvimento dos modelos de decisão em grupo multicritério

- 1) Revisão Sistemática da Literatura: essa revisão foi realizada com o objetivo de estudar e entender os modelos relevantes já publicados na literatura nacional e internacional;
- 2) Integração de métodos multicritério: essa integração foi realizada mediante os modelos a serem criados. Métodos multicritério foram aplicados de forma consequencial, permitindo uma abordagem ampla e robusta aos modelos de decisão em grupo; e
- 3) Simulação numérica e aplicação (teste de viabilidade): uma simulação numérica, a partir de um problema típico da literatura, foi realizada para todos os modelos

propostos. Após essa simulação e estudando um caso de aplicação real, um dos modelos foi testado, de forma a intensificar a sua viabilidade.

Etapa fundamental no processo de desenvolvimento de modelos de decisão em grupo com o uso de métodos multicritério, o estudo e a análise dos modelos de decisão permite ampliar o conhecimento sobre suas características e a arquitetura que os compõem. Esse conhecimento é necessário para que o pesquisador possa se decidir entre a criação de um novo modelo ou a extensão (ou revisão) de um modelo existente.

Os modelos de referência aqui desenvolvidos foram constituídos a partir de um estudo de revisão sistemática da literatura (Apêndice A). A revisão sistemática utilizada neste estudo se baseou no trabalho publicado por Moura (2015). O processo de revisão sistemática se deu mediante a realização de três fases:

- Fase 1 – Desenvolvimento do protocolo de pesquisa;
- Fase 2 – Condução da pesquisa; e
- Fase 3 – Relato dos resultados.

Na primeira fase, o protocolo de pesquisa foi desenvolvido, testado e validado de forma iterativa pelo pesquisador. O protocolo de pesquisa trata do planejamento, ou seja, como o estudo foi realizado. O protocolo deve apresentar critérios de seleção (inclusão e exclusão) utilizados na escolha final das publicações mais relevantes. À medida que o protocolo era testado e validado, alterações importantes foram registradas, permitindo o rastreamento das ações do pesquisador. Durante o teste do protocolo, já havia resultados consistentes compondo o modelo de referência.

Durante a segunda fase, o protocolo foi executado novamente e novas publicações trouxeram informações relevantes que ajudaram a compor os modelos de decisão. Por fim, na terceira fase, todos os documentos gerados durante o estudo foram agrupados no documento final (Apêndice B).

## **4.1 Revisão sistemática da literatura – resultados fundamentais**

Conforme protocolo de pesquisa exposto no Apêndice A e os resultados encontrados expostos no Apêndice B, a revisão sistemática, a partir dos estudos realizados nas revistas internacionais *Group Decision and Negotiation Journal (GDNJ)* e *Journal of*

*Multi-Criteria Decision Analysis (JMCA)*, encontrou resultados<sup>5</sup> fundamentais para o embasamento teórico aos modelos propostos neste trabalho. Alguns modelos de decisão em grupo foram descritos, de forma sucinta, no item 2.3.1 deste trabalho, porém outros modelos foram interpretados, de forma a justificar a importância da integração dos temas Decisão em Grupo e Multicritério.

Fundamentos para escolha dessas duas revistas:

- Principais revistas sobre decisão em grupo e aplicação de métodos multicritério;
- Especificidade teórica sobre os temas;
- Diversidade de aplicações de novos modelos de decisão em grupo e arranjos de aplicação de métodos; e
- Indexação comprovada internacionalmente.

A Tabela 5 mostra três artigos da revista GDNJ, cujas aplicações referem-se a agregações de alternativas a partir de decisões diretas dos decisores.

Tabela 5 - Referências de modelos de decisão em grupo com agregação de alternativas

Ano	Autor (es)	Título/Referência
1994	V. A. Olds, Niall M. Fraser, D. Marc Kilgour	Modeling sequential responses in interactive decisions
1996	Melvin F. Shakun	Introduction to the special issue on negotiation processes: Modeling frameworks and information technology
1999	John R. Grout, David P. Christy	A Model of Supplier Responses to Just-In-Time Delivery Requirements

Desde 1994, como sugeriu Olds et. al. (1994) no artigo “*Modeling sequential responses in interactive decisions*” há a preocupação com os valores intrínsecos e reais de cada alternativa estudada. Os pesos relacionados, muito bem abordados em Shakun (1996), destacam o dinamismo de parâmetros para alocação de pesos aos atributos responsáveis pelas notas das alternativas. Os modelos de agregação aditiva, por exemplo, foram muito discutidos em Grout e Christy (1999). A equivalência de valores, seja pela preferência entre atributos ou não, também foi estudada.

Os métodos multicritério, ao longo dos anos, foram se desenvolvendo com o intuito de aprimorar as tomadas de decisão. Cada vez mais completos e robustos e com análises matemáticas cada vez mais complexas, esses métodos possibilitaram o avanço na ciência de gestão de decisão. A Tabela 6 mostra artigos da JMCA que tratam sobre a

<sup>5</sup> Os artigos citados nesta seção estão detalhados no APÊNDICE B, com o nome dos autores, da obra, da revista e o ano de publicação.

importância dos métodos para a tomada de decisão gerencial e como esses métodos, a partir de suas particularidades e aplicações específicas, podem contribuir para a ciência.

Tabela 6 - Referências de modelos de decisão com métodos multicritério para decisão gerencial

Ano	Autor (es)	Título/Referência
1999	Ahmed Bufardi	Multicriteria decision making: and advances in MCDM models, algorithms, theory, and applications, edited by Tomas Gal, Theodor J. Stewart, Thomas Hanne, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999. ISBN 0-7923-8534-9. (pages 333–335)
2003	Tony Rosqvist	Stakeholder compensation model based on decision analysis (pages 219–223)
2009	Belaid Aouni, Amal Hassaine and Jean-Marc Martel	Decision-maker's preferences modelling within the goal-programming model: a new typology (pages 163–178)
2012	Sifeng Chen, Yuanchun Jiang, Yezheng Liu and Cuixia Diao	Cost Constrained Mediation Model for Analytic Hierarchy Process Negotiated Decision Making (pages 3–13)

O avanço dos métodos, como já dito, foi ponderado em Bufardi (1999). Em vinte anos o desenvolvimento de métodos com análise multicritério se solidificou e análises como as realizadas por Rosqvist (2003), Aouni *et. al.* (2009) e Chen *et. al.* (2012) puderam ser realizadas. Em Chen *et. al.* (2012), especificamente, uma análise financeira sobre um projeto de empreendimentos náuticos pode ser desenvolvida a partir de um método de agregação de atributos. A análise foi construída com a participação de decisores essenciais no processo de tomada de decisão. A construção da modelagem se deu por meio de encontros, entrevistas e dinâmicas com o grupo.

Entrando na era 2000, os modelos de decisão em grupo se mostraram bastante diversificados e as aplicações acompanharam essas possibilidades diversas. Na Tabela 7 pode-se perceber as aplicações inerentes aos modelos de decisão criados.

Tabela 7 - Referências de modelos de decisão em grupo com desdobramentos e integrações de outros modelos multicritério

Ano	Autor (es)	Título/Referência
2002	Hiroyuki Sakakibara, Norio Okada, Hirokazu Tatano	Modeling the Role of a Coordinator as a Medium of Communication in 2-Player Conflicts
2005	João N. Clímaco, Luis C. Dias	An Approach to Support Negotiation Processes with Imprecise Information Multicriteria Additive Models
2007	Andrej Škraba, Miroљub Kljajić, Mirjana Kljajić Borštnar	The Role of Information Feedback in the Management Group Decision-Making Process Applying System Dynamics Models
2009	Bilyana Martinovski, Wenji Mao	Emotion as an Argumentation Engine: Modeling the Role of Emotion in Negotiation
2010	Lukasz W. Jochemczyk, Andrzej Nowak	Constructing a Network of Shared Agreement: A Model of Communication Processes in Negotiations
2011	Etienne Rouwette, Ingrid Bastings, Hans Blokker	A Comparison of Group Model Building and Strategic Options Development and Analysis

Em 2002, Sakakibara; Okada e Tatano construíram um modelo de decisão em grupo com foco na orientação psicológica para o tratamento de duas áreas de conflito na empresa analisada. Houve a preocupação, por parte dos pesquisadores, de entender e aperfeiçoar a modelagem com aspectos qualitativos. Atributos não quantitativos foram utilizados, mediante aplicação de dinâmicas de grupo específicas. A decisão, a partir da aplicação dos modelos criados, foi tomada e os conflitos diminuídos. O mesmo pode ser observado em Skraba *et. al.* (2007).

Climaco e Dias (2005) desenvolveram uma ferramenta de processos de tomada de decisão para cenários complexos, onde a informação é imprecisa e os dados não tão robustos. Essa ferramenta possibilitou um avanço na ciência de tomada de decisão, visto que os modelos de decisão em grupo criados até então não conseguiam minimizar os danos causados por informações incertas.

A comparação de modelos de decisão em grupo realizada por Rouwette *et. al.* (2011) foi desenvolvida no intuito de justificar que cada modelo de decisão captura aspectos diferentes de um problema e, neste sentido, alguns métodos podem complementar outros. Na escolha de quais métodos utilizar, importante entender que cada elemento estabelece um equilíbrio particular entre os decisores.

Tabela 8 - Referências de modelos de decisão em grupo com integração de métodos multicritério

Ano	Autor (es)	Título/Referência
2012	Michelle Munro and Belaïd Aouni	Group Decision Makers' Preferences Modelling within the Goal Programming Model: An Overview and a Typology (pages 169–184)
2012	Belaïd Aouni, Fouad Ben Abdelaziz and Davide La Torre	The Stochastic Goal Programming Model: Theory and Applications (pages 185–200)
2014	Maria de Belém Martins, António Xavier and Rui Fragoso	A Bioeconomic Forest Management Model for the Mediterranean Forests: A Multicriteria Approach (pages 101–111)

A programação objetivo é um método bastante utilizado na literatura para a construção de modelos de decisão com mais de dois critérios de análise. Munro e Aouni (2012) aplicaram a função objetivo para estudar o desempenho de métodos já existentes e a tipologia de cada ferramenta utilizada na decisão.

Em 2014, Martins e Fragoso aplicaram um modelo multicritério para tomada de decisão em decorrência da análise bio-econômica das florestas mediterrâneas. O modelo foi aprimorado e teve a sensibilidade de entender os atributos específicos da área e as preferências dos decisores, pois considerava opiniões de órgãos públicos e privados locais.

Tabela 9 - Referências de modelos de decisão em grupo com integração de métodos multicritério

Ano	Autor (es)	Título/Referência
2014	Eeva Vilkkumaa, Ahti Salo, Juuso Liesiö	Multicriteria Portfolio Modeling for the Development of Shared Action Agendas
2014	Adiel T. de Almeida, Danielle C. Morais	New Methods and Models of Group Decision and Negotiation Presented in Recife
2014	Danielle Costa Morais, Adiel Teixeira de Almeida, José Rui Figueira	A Sorting Model for Group Decision Making: A Case Study of Water Losses in Brazil
2014	Sara Cobb, David Laws, Carlos Sluzki	Modeling Negotiation Using "Narrative Grammar": Exploring the Evolution of Meaning in a Simulated Negotiation

A modelagem considerando mais de um decisor evoluiu e Almeida e Morais (2014), conforme mostra a Tabela 11, construíram um modelo de decisão em grupo com decisores de órgãos públicos e privados, a fim de realizar a tomada de decisão no eixo estratégico ambiental da região nordeste do Brasil. Cobb *et. al.* (2014) intensificaram a importância da negociação como ferramenta essencial para a busca pelo consenso, conforme também dito no item 2.2 deste trabalho.

Diante disso, fica notória a importância acadêmica da construção de modelos de decisão em grupo que incorporem, em sua sistemática, propostas de métodos multicritério robustos, claros e de fácil aplicação.

Pontos importantes concluídos após a análise da revisão sistemática:

- Os modelos de integração de métodos multicritério se intensificaram nos últimos anos e as aplicações se concentraram, muitas vezes, em projetos de engenharia;
- A necessidade de aplicar métodos multicritério, de forma conjunta, unindo características importantes de cada um, torna-se notória, principalmente para tomadas de decisões em grupo e complexas;
- A grande maioria dos métodos utilizados nos modelos propostos foram os de sobreclassificação e da Teoria Multiobjetivo. Duas principais correntes de seleção e ordenamento de alternativas eficazes, conforme já descrito no item 2.4.4.1;
- O desenvolvimento de modelos de decisão em grupo se dá a partir da percepção de cenários complexos para a tomada de decisão, ou seja, a partir da interpretação dos julgamentos dos decisores, como por exemplo, a convergência ou não de opiniões; e
- O perfil dos decisores tornam o processo de tomada de decisão um ponto essencial, pois a hierarquia, quando há, é indispensavelmente calculada e impactada no resultado final do modelo desenvolvido.

## **4.2 Modelos propostos de decisão em grupo multicritério**

As aplicações dos modelos de decisão em grupo, nos processos descritos no item 4.1, variam de caso para caso. Diante da seleção e estudo das pesquisas já publicadas e aqui selecionadas na Revisão Sistemática, duas situações podem ser verificadas: uma em que há grande divergência entre os decisores em relação às suas preferências; e outra em que há pouca divergência entre eles.

Essas divergências entre decisores são muito comuns. Elas sempre estão presentes, no entanto elas podem ser pequenas, sendo facilmente resolvidas, ou grandes, precisando de formas mais estruturadas de tratá-las. Essas variações, dentro de um contexto de estudo, ocorrem principalmente em função das áreas de atuação das pessoas escolhidas para representar o cliente no processo decisório.

Para o estudo aqui realizado, após a análise já explicada nos itens anteriores, elaborou-se quatro modelos de decisão em grupo multicritério, conforme mostra a Figura 9.

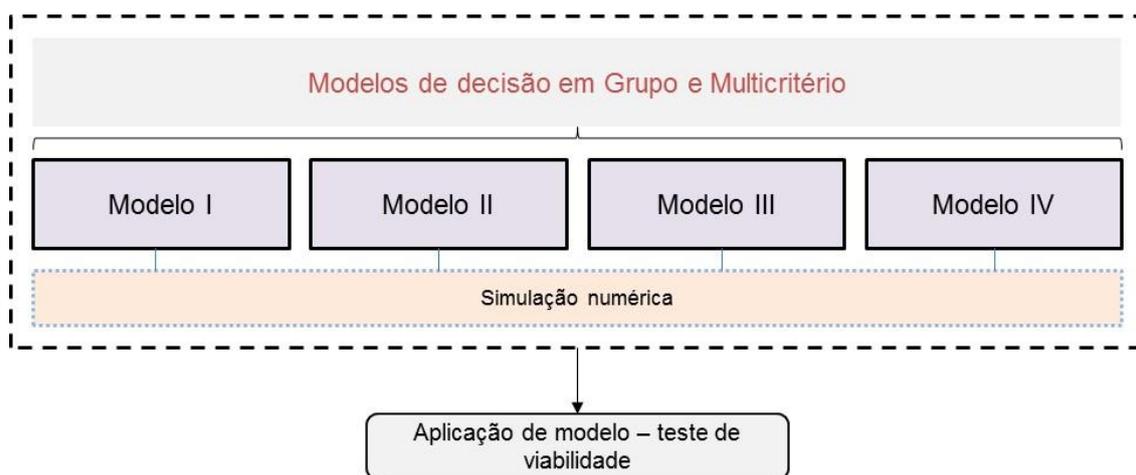


Figura 9 - Modelos de decisão em grupo propostos

Os modelos desenvolvidos foram separados em dois grupos:

- Consenso entre os decisores – MODELOS I e II
- Pouco consenso entre os decisores – MODELOS III e IV

Os modelos I e II são os mais objetivos e simples propostos neste trabalho, pois convergem para o mesmo caminho: consenso entre os decisores. Já os modelos III e IV divergem-se nos seguintes pontos:

- Agregação das avaliações dos decisores sobre as alternativas – MODELO III
- Agregação das ponderações dos decisores sobre os critérios – MODELO IV

A criação desses modelos se deu pela importância da tomada de decisão em grupo, tornando-se cada vez maior nas organizações públicas e privadas. A descrição desses modelos encontra-se no item 4.2.1.

Após a descrição dos modelos desenvolvidos, uma simulação numérica será realizada, a fim de validar, a partir de um problema típico da literatura, os três processos de tomada de decisão. Essa simulação é importante e chamada de pré-teste e adequará os modelos para que, posteriormente, a aplicação real seja realizada.

O teste de viabilidade, ou teste real, será desenvolvido a partir de um problema real desenvolvido em projeto de consultoria, em parceria com uma empresa pública de defesa marítima nacional e apresentado no Capítulo 5.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra as situações em que se pode escolher cada modelo.

## 4.2.1.1 MODELOS I e II - decisão em grupo multicritério

### 4.2.1.1.1 Descrição do MODELO I

Essa abordagem deve ser utilizada para os casos em que não há grande divergência entre os decisores, tornando-os capazes de definir uma faixa de variação para o peso de cada critério, ou seja, um limite inferior e um superior para o peso de cada critério.

O PROMETHEE VI, conforme analisado por ALENCAR (2006) foi desenvolvido para aqueles casos em que o decisor não está apto a fornecer valores precisos para os pesos dos critérios, permitindo a consideração de uma faixa de variação para os pesos. Dessa forma, ele se mostra bem adequado à situação proposta, uma vez que os (24) decisores podem ser incapazes de determinar em conjunto um valor fixo para cada peso, mas aptos a considerar um intervalo, considerando as preferências de todos os decisores. Tais intervalos são fixados a partir de um valor conhecido  $p_j$ , tolerando uma porcentagem  $\theta_j$  de variação em torno deste valor:

$$p_j \pm \theta_j \cdot p_j, j = 1, 2, \dots, k.$$

A projeção dessa área no Plano GAIA dá o espaço de liberdade do decisor (**Erro! Fonte e referência não encontrada.**). O eixo de decisão do PROMETHEE pode ser orientado, de acordo com a liberdade dada aos pesos, a qualquer ponto da área projetada (BRANS e MARESCHAL, 2002).

As propriedades abaixo devem ser consideradas para a análise do Plano GAIA:

- Quanto mais longo o eixo do critério, mais discriminante esse critério é;
- Critérios com preferências similares são orientados em direções próximas;
- Critérios com preferências conflitantes são orientados em direções opostas;
- Critérios com preferências não relacionadas são representados em eixos ortogonais;
- Alternativas similares são representadas próximas umas das outras;
- Alternativas consideradas boas em determinado critério, são representadas por pontos localizados na direção do eixo desse respectivo critério;
- O eixo de decisão ( $\pi$ ) aponta para a melhor alternativa.

Adicionalmente, essa ferramenta permite a verificação do grau de dificuldade de um problema multicritério, através do posicionamento do espaço de liberdade em relação à

origem do plano GAIA. Nesse sentido, os problemas são fáceis de se resolver, se a origem não está contida no espaço de liberdade do decisor, de forma que o eixo de decisão permanece orientado na mesma direção e todas as alternativas na sua direção são boas para todos os possíveis pesos considerados. Por outro lado, os problemas são difíceis de resolver se o espaço de liberdade contém a origem, de forma que o eixo de decisão pode estar orientado para todas as direções do plano e todas as alternativas são consideradas como boas.

O MODELO I de decisão em grupo multicritério está em destaque na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** Após a aplicação do PROMETHEE VI e os fluxos líquidos (oriundos do PROMETHEE II), as projeções tanto das alternativas quanto dos eixos dos critérios no plano GAIA podem ser realizadas.

Mediante o PROMETHEE VI, as margens de variação dos pesos dos critérios determinados pelos decisores são adicionadas. Projetando essa área no plano GAIA, tem-se o espaço de liberdade dos decisores. O eixo de decisão pode estar orientado para qualquer direção dentro desse espaço. Dessa forma, qualquer alternativa localizada nessa direção apresenta um bom compromisso com as preferências dos decisores.

#### **4.2.1.1.2 Descrição do MODELO II**

Essa abordagem, assim como o MODELO I, deve ser utilizada para os casos em que não há grande divergência entre os decisores. A diferença entre esses modelos se dá pela caracterização do problema, onde, neste caso, os decisores sabem precisamente os valores dos pesos dos critérios. Após discussões sobre os processos para tomada de decisão, os decisores julgam os critérios e seus limites de preferência e indiferença.

O MODELO II (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**) é mais utilizado quando o grupo tiver conhecimento preciso da importância relativa de cada critério. Para tanto, o método utilizado nesse modelo é o ELECTRE III.

O método ELECTRE III, além da caracterização exata dos critérios, com pesos atribuídos diretamente, considera os pseudos-critérios usando limites de indiferença e preferência. Conforme já detalhado no item 2.4.4.2, esse método possui duas etapas. Na primeira, são utilizados os índices de concordância e discordância para a construção da relação de sobreclassificação que é baseada no Grau de Sobreclassificação  $S(a,b)$ . Este índice  $S(a,b)$  indica quanto é a credibilidade de sobreclassificação de “a” sobre “b”, com valores entre 0 e 1; consiste em uma função que é crescente em  $g_i(a)$  e decrescente

com  $g_i(b)$ , para qualquer critério  $i$ . Na segunda etapa são relacionadas as pré-ordens completas, ou seja, as destilações ascendentes e descendentes. O ordenamento final das alternativas se dá pela união das duas destilações.

Importante destacar que este modelo pode ser considerado como uma extensão ou adequação do MODELO I, visto que os dois possuem a mesma finalidade, dentro de um grupo de decisão onde há consenso referente às ações a serem analisadas. Por motivo de aplicações e referências optou-se, aqui neste trabalho, de separar cada um dos modelos, mostrando as viabilidades de estudo e técnicas de cada um.

#### **4.2.1.1.3 Descrição do MODELO III**

Uma das abordagens utilizadas em decisão em grupo, para os casos em que as preferências dos decisores não mostram grandes divergências, é aquela em que os decisores devem entrar em consenso em relação à decisão de todos os parâmetros necessários para a aplicação do método multicritério. No entanto, o modelo aqui proposto não se adapta a essa solução. Ele se enquadra na abordagem descrita no item 4.2.1, em que cada decisor define seu próprio critério, as avaliações apropriadas e os parâmetros dos modelos; e um método multicritério é usado para obter a ordenação pessoal. Posteriormente, cada decisor é considerado como um critério separado, e a informação contida na sua ordenação individual é agregada em uma ordem coletiva final, utilizando-se a mesma ou outra abordagem multicritério de decisão.

Dessa forma, a primeira etapa do modelo consiste na avaliação individual das alternativas em relação aos critérios para cada decisor. Uma vez definidos todos os parâmetros necessários e as avaliações das alternativas realizadas, o PROMETHEE II é aplicado, resultando em uma ordenação das alternativas para cada decisor. No segundo estágio, as avaliações dos decisores sobre as alternativas são agregadas em uma única matriz de alternativas por decisores. Dessa forma, cada decisor será considerado como um critério, e as informações das preferências contidas em cada ordenação serão as avaliações.

A partir daí, duas situações são possíveis, a depender da existência de uma distinção clara sobre o grau de importância relativa entre os decisores ou não. Essa distinção é percebida quando no processo de determinação dos representantes da organização para o dado empreendimento já se atribui o grau de importância que separa cada um deles ou quando se determina que todos são igualmente importantes. Essa atribuição é sempre realizada por uma pessoa de nível hierárquico superior aos desses representantes. O que em alguns casos acontece, no entanto, é que essa distinção não

está muito clara para quem tem a função de estabelecer a diferença; daí a hesitação na atribuição dos pesos.

Para os casos em que há essa distinção, o PROMETHEE II pode ser novamente aplicado e a ordenação final das alternativas é obtida considerando as preferências de todos os decisores. É importante que se utilize a análise visual do plano GAIA para auxiliar a escolha da alternativa final.

No caso não haver essa distinção, o método ELECTRE IV é aplicado. A adequação desse método ao caso é dada pelo fato de possibilitar uma ordenação das alternativas sem que seja necessária a atribuição de pesos aos critérios, que no caso, são representados pelos decisores. Esse método se baseia em uma lógica não-compensatória, em que os critérios (decisores) são comparados um a um e não são agregados, permitindo tratar de forma coerente esses tipos de problemas em que seja difícil o estabelecimento dos pesos entre os decisores. A relação de sobreclassificação é definida por referência direta às performances das alternativas, sendo definidas as relações de sobreclassificação forte e fraca. Como resultado final tem-se a ordenação das alternativas.

É importante ressaltar que em ambas as situações possíveis na segunda etapa do modelo, sugere-se o uso de método não-compensatórios. Uma vez que cada decisor é considerado como um critério, e as avaliações das alternativas refletem as suas preferências, a agregação compensatória pode gerar um resultado que não satisfaça os decisores. No entanto, como o método não-compensatório compara os critérios um a um, esse tipo de problema é tratado de forma coerente.

Seja  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$  o conjunto de alternativas a serem avaliadas por  $K$  critérios,  $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_n\}$ . Uma matriz de decisão  $D = [d_{ij}]$  pode ser definida, em que o elemento  $d_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k$ ) representa a avaliação de performance da alternativa  $a_i$  de acordo com o critério  $c_j$ .

Sendo o grupo de decisores composto por  $M = \{1, 2, \dots, r, \dots, R\}$  membros, temos  $R$  matrizes de decisão ( $n \times k$ ). Uma vez que as matrizes de decisão são avaliadas, os fluxos líquidos resultantes de cada avaliação individual irão compor uma nova matriz  $G$ ;  $G = [g_{ij}]$ , em que o elemento  $g_{ij}$  ( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, R$ ) representa o fluxo líquido da alternativa  $a_i$  calculado com base nas preferências do decisor  $D_j$ .

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a proposta do MODELO III de decisão em grupo multicritério, que teve base no modelo criado por Macharis e Brans (1998).

#### 4.2.1.1.4 Descrição do MODELO IV

Uma das abordagens utilizadas em decisão em grupo é a relativa à concordância entre os decisores na determinação das alternativas, critérios, performances, pesos, limiares e dos demais parâmetros necessários para se chegar à solução do problema. As críticas, em relação essa abordagem, estão em geral associadas ao fato de que os parâmetros do modelo, como os pesos e os limiares por exemplo, devem representar um consenso em grupo, seja ele unânime ou pelo menos, da grande maioria, o que nem sempre é possível, uma vez que divergências de opiniões ocorrem frequentemente, tornando mais difícil a atividade de fixar valores para os parâmetros.

No modelo aqui proposto, MODELO IV, cada decisor determina os seus parâmetros, no entanto, devem entrar em consenso na determinação dos critérios e na avaliação das alternativas. Uma vez que o conjunto de critérios de decisão é estabelecido pelo grupo, composto pelos decisores e pelo analista, cada decisor é responsável pela sua atribuição de pesos aos critérios e dos correspondentes limiares, conforme seu próprio julgamento de valor. Logo, o conjunto de critérios é representado pelos decisores e o conjunto de alternativas pelos critérios considerados no processo de seleção.

Seja  $A = \{Cr_1, Cr_2, Cr_3, \dots, Cr_n\}$  o conjunto de alternativas considerado no processo decisório e  $C = \{D_1, D_2, D_3, \dots, D_k\}$  o conjunto de critérios considerados na primeira etapa do modelo. A matriz de avaliação (Matriz de desempenho) é dada conforme Tabela 10.

Tabela 10 - Matriz de Avaliação

	<b>D<sub>1</sub></b>	<b>D<sub>2</sub></b>	<b>D<sub>3</sub></b>	...	<b>D<sub>k</sub></b>
<b>Cr<sub>1</sub></b>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	...	P <sub>1k</sub>
<b>Cr<sub>2</sub></b>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	...	P <sub>2k</sub>
<b>Cr<sub>3</sub></b>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	...	P <sub>3k</sub>
...	...	...	...	...	...
<b>Cr<sub>n</sub></b>	P <sub>n1</sub>	P <sub>n2</sub>	P <sub>n3</sub>	...	P <sub>nk</sub>

Nesse primeiro estágio, o modelo envolve o uso do método ELECTRE III, que trata de problemas que são modelados por uma família de pseudo-critérios, utilizando poucas informações e, conseqüentemente, fornecendo menos informações em seu resultado.

No entanto, esse método é bastante adequado para a forma como a decisão em grupo está sendo tratada nesse modelo, pois se baseia em uma lógica não-compensatória, em que os critérios (decisores) são comparados um a um e não são agregados, além de permitir tratar de forma coerente problemas em que seja difícil o estabelecimento dos pesos dos critérios, representados no caso atual pelos decisores. O método ELECTRE III possibilita a atribuição de pesos iguais aos critérios, tratando de forma igual os parâmetros analisados. O conceito de grau de sobreclassificação não é utilizado por não haver informação sobre os critérios. A relação de sobreclassificação é definida por referência direta às performances das alternativas, sendo definidas as relações de sobreclassificação forte e fraca. Como resultado final, tem-se a ordenação das alternativas, representadas nesse modelo pelos critérios do processo decisório.

Uma vez obtida a ordenação dos critérios, passa-se para o segundo estágio do modelo. Nesse estágio, as seguintes informações estão disponíveis:

- Conjunto de alternativas;
- Conjunto de critérios;
- Ordenação dos critérios; e
- Performance das alternativas em relação aos critérios.

Diante dessas informações, o método mais adequado a ser empregado é o VIP ANALYSIS, que sugere que se tratem os parâmetros (constantes de escala ou pesos), que representam preferências dos decisores, como variáveis interdependentes sujeitas a restrições impostas pela estrutura do método utilizado. Logo, não é necessário fixar um valor preciso para os parâmetros, sendo suficiente o estabelecimento de uma ordenação entre os critérios, conforme obtido na etapa anterior, e a fixação de limites superiores e inferiores para cada peso.

O propósito do VIP ANALYSIS, conforme já visto no item 2.4.4.1, é apoiar a avaliação de um conjunto de alternativas discretas, no intuito de escolher a mais preferida, de acordo com a função de valor aditiva (DIAS e CLÍMACO, 2000). O valor global de uma alternativa  $a_i$  é a soma de seus valores para  $n$  critérios ( $v_1(a_i), \dots, v_n(a_i)$ ), ponderada por  $n$  pesos escalares  $p = (p_1, \dots, p_n)$ .

$$V(a_i, p) = \sum_{j=1}^n p_j v_j(a_i), \quad \text{com } \sum_{j=1}^n p_j = 1 \text{ e } p \geq 0. \quad (30)$$

Onde  $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$  é um elemento do conjunto  $P$  definido pelo decisor. As informações parciais nesse método dizem respeito aos parâmetros de importância  $p =$

$(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , assumindo-se que as restrições que definem  $P$  são lineares. Essas restrições podem limitar os pesos através de limites superior e inferior, como também podem relacionar os pesos entre si, impondo um ordenamento definido pelo(s) decisor(es), conforme obtido na etapa anterior do modelo. O MODELO IV pode ser apresentado conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Assim, os modelos III e IV são mais complexos e completos, diante da situação mais comum em reuniões de decisão em grupo: não há consenso entre os decisores. Os métodos sugeridos e os modelos simulados mostram a eficácia da sistemática.

# Capítulo 5

## 5 APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO EM GRUPO MULTICRITÉRIO EM PROJETO DE DEFESA NACIONAL

Este capítulo apresenta os resultados obtidos com a aplicação do modelo de decisão em grupo multicritério por meio de um estudo de caso. O capítulo se encontra organizado da seguinte forma: a seção 5.1 apresenta informações gerais e o perfil sobre o estudo de caso; na seção 5.2 o modelo de decisão em grupo multicritério mais adequado é aplicado no estudo de caso; e, por fim, a seção 5.3 apresenta as considerações finais do capítulo.

### 5.1 Informações sobre o estudo de caso

O estudo de caso foi realizado com uma empresa do setor público brasileiro, a Marinha do Brasil. Algumas informações importantes sobre este estudo:

- ✓ Algumas informações são de caráter sigiloso. Com isso, alguns nomes fictícios foram adotados a fim de não divulgar os nomes dos participantes inerentes ao projeto;
- ✓ Os dados aqui relatados e aplicados são reais, porém, os nomes dos critérios e das alternativas serão alterados, a fim de cumprir-se o caráter de sigilo.

- Sobre a Marinha do Brasil

A Marinha do Brasil (MB) atua na defesa das águas marítimas e fluviais nacionais desde o século XVIII, à época do período colonial. O órgão, diretamente subordinado ao Ministro da Defesa, existe desde 1999, quando foi extinto o Ministério da Marinha. É comandado por um almirante-de-esquadra, nomeado pelo presidente da República. Sua origem remonta à Marinha portuguesa. Em 1736 foi criada a Secretaria D'Estado dos

Negócios da Marinha pelo rei de Portugal, reorganizada por D. João VI quando da sua chegada ao Brasil com o nome de Ministério da Marinha e Domínios Ultramarinos. A Marinha do Brasil desenvolve diversas atividades sociais em locais isolados como a Amazônia, levando procedimentos de saúde a populações ribeirinhas e fazendo o patrulhamento fluvial em regiões fronteiriças, na prevenção a crimes transnacionais e à exploração ilegal de recursos naturais. Além disso, a Marinha do Brasil conta, atualmente, com cerca de 65 mil homens e mulheres<sup>6</sup>.

Cabe à Marinha desenvolver uma ampla estratégia de monitoramento e controle para a proteção do litoral do Brasil, bem como fortalecer o conhecimento sobre o meio ambiente e posicionar os meios operacionais disponíveis para responder prontamente a eventuais crises ou emergências no mar territorial brasileiro (MARINHA, 2015).

- Sobre o estudo de caso

A Marinha formalizou a solicitação de propostas para o desenvolvimento do projeto de Gerenciamento da Amazônia Azul, aqui chamado de **Projeto Gama**<sup>7</sup>. Esse projeto tem por objetivo *a elaboração do processo de análise multicritério de apoio à tomada de decisão*, com base nas propostas enviadas ao centro de diretoria e gestão da MB, *responsável pelo tratamento dos dados*. Essas propostas visam ser classificadas e ordenadas, de acordo com o cenário atribuído aos critérios.

O Projeto Gama foi concebido para garantir que a riqueza existente nas águas jurisdicionais brasileiras seja devidamente protegida. Assim, o projeto tem o objetivo de monitorar e controlar a imensa área conhecida como Amazônia Azul, por meio de uma rede extensa de sensores, centros de controle e vigilância aérea e ambiental. O espaço de interesse corresponde a 4,5 milhões de quilômetros quadrados, que se estende até 350 milhas náuticas da costa nacional, e 200 milhas náuticas em torno de suas ilhas oceânicas, representando cerca de metade da área territorial do País.

O Projeto Gama, ao promover o monitoramento e controle eficaz do ambiente marítimo nacional e das suas operações navais, denota seu caráter estratégico, à medida que essas atividades fazem interface e proporcionam benefícios em esferas distintas, tais como a econômica, política, social e ambiental (Figura 10).

---

<sup>6</sup> Informações retiradas do site oficial da Marinha do Brasil: [www.marinha.mil.br](http://www.marinha.mil.br)

<sup>7</sup> Nome fictício do projeto de pesquisa firmado entre a Marinha do Brasil e o Laboratório de Sistemas Avançados de Gestão da Produção – SAGE, de 01/04/2015 a 28/02/2016.

Desta forma, espera-se que o sistema proposto apresente uma rede de sensores que envolverá um *mix* de tecnologias, composta por radares, veículos aéreos não tripulados, sistemas de comunicação, de guerra eletrônica, tecnologia para a coleta de dados ambientais e meteorológicos, entre outras, que operarão em meio aéreo, terrestre e marítimo.



Figura 10 - Ilustração da fronteira de gerenciamento da Amazônia Azul

Para que o Projeto Gama possa ser implementado, foi elaborada uma RFP – do inglês, *Request for Proposal* – determinando os diversos requisitos aos quais as empresas interessadas em fornecer toda estas estruturas deverão atender, de forma a enquadrarem-se nas exigências da Lei Nº 8.666<sup>8</sup>.

Uma vez que os requisitos da RFP são extensos e que a empresa fornecedora a ser contratada tem os meios e recursos para implementar as distintas fases do Projeto

<sup>8</sup> LEI Nº 8.666, DE 21 DE JUNHO DE 1993 - Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. ([www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br))

Gama em todo o litoral brasileiro, é essencial que a análise e seleção do melhor conjunto de soluções seja baseada em uma metodologia que garanta um melhor processo de tomada de decisão, contemplando um conjunto de alternativas, critérios e restrições, com uma abordagem sistemática e estruturada que conduza a um processo decisório mais satisfatório.

Neste contexto, a elaboração e a aplicação de um modelo de decisão em grupo multicritério apresenta-se como uma solução efetiva, capaz, não apenas de atender às necessidades da Marinha do Brasil, mas também de embasar e justificar as decisões que virão a ser tomadas.

Para elaboração e aplicação do modelo de decisão em grupo multicritério para os requisitos do Projeto Gama, foram consideradas as seguintes premissas:

- ✓ Participação mínima do grupo técnico de decisores da Marinha do Brasil;
- ✓ A especificação dos requisitos e conjuntos de requisitos avaliados, assim como a família de critérios, foram de inteira responsabilidade da Marinha do Brasil; e
- ✓ Para a realização das reuniões de identificação de peso e nota dos critérios e alternativas, respectivamente, os participantes da Marinha do Brasil deviam ter conhecimento dos objetivos e requisitos da RFP – Projeto Gama.

Para que o processo de definição de pesos dos critérios acontecesse a contento, foi necessário descrever o conjunto de critérios, especificados pela Marinha do Brasil, que foram utilizados:

- ✓ **C1:** representa a necessidade de o Projeto Gama ter seus dados e informações protegidos, garantindo o acesso apropriado de pessoas ou de sistemas de acordo com seus tipos e níveis de autorização;
- ✓ **C2:** representa a necessidade do sistema de atender às métricas operacionais descritas em documentos-padrão da Marinha do Brasil e de fornecer a utilização de recursos sob determinadas condições;
- ✓ **C3:** representa a necessidade do sistema em operar de maneira contínua;
- ✓ **C4:** representa a necessidade do sistema de atender as necessidades do usuário com eficiência, efetividade e satisfação em determinado contexto de uso;
- ✓ **C5:** representa a necessidade do sistema de ser modificado por mantenedores com efetividade e eficiência; e
- ✓ **C6:** representa a necessidade do sistema de estar aderente a padrões, normas e regulamentos.

A fim de facilitar o trabalho de ordenação das empresas proponentes por meio do uso de modelos quantitativos, foi preciso definir uma escala numérica para a identificação dos pesos dos critérios (Quadro 1). Por tratar-se de uma escala academicamente reconhecida e largamente utilizada para os mais diversos fins, foi definida a escala Likert (Likert, 1932).

<b>Escala</b>	<b>Descrição</b>
1	Irrelevante
2	Pouco importante
3	Importante
4	Muito importante
5	Indispensável

Quadro 1 - Escala numérica para atribuição dos pesos dos critérios

Para a avaliação dos critérios, um grupo de decisores da Marinha do Brasil foi designado. Esse grupo de representantes, responsáveis pela tomada de decisão, foram separados em quatro importantes grupos de hierarquia (Quadro 2).

<b>Perfil</b>	<b>Descrição da hierarquia</b>
Operador	Nível básico de decisão
Mantenedor	
Especificador	Nível intermediário de decisão
Gerente	Nível máximo de decisão

Quadro 2 - Classificação dos tomadores de decisão

Esse grupo de decisores teve dois objetivos: pesar os critérios, como já foi dito acima, e avaliar as empresas participantes, julgando seu desempenho mediante aplicação de soluções à RFP proposta pela Marinha do Brasil.

Propuseram soluções ao Projeto Gama, 3 (três) empresas, que deveriam ser analisadas mediante todos os requisitos propostos pelos documentos específicos e técnicos elaborados pela Marinha do Brasil. O Quadro 3 apresenta a descrição dessas empresas participantes do processo de implantação do Projeto.

<b>Empresa</b>	<b>Descrição</b>
Empresa 1	Empresa brasileira com experiência em pesquisa e construção civil

Empresa 2	Empresa estrangeira com experiência em monitoramento e construção civil
Empresa 3	Empresa brasileira com experiência em pesquisa e construção civil

Quadro 3 - Descrição as empresas participantes do processo de implantação do Projeto Gama.

Para a atribuição das notas das empresas, foi construída uma escala de desempenho, conforme Quadro 4.

Escala	Descrição
1	Muito Fraco
2	Fraco
3	Forte
4	Muito Forte

Quadro 4 - Escala numérica para atribuição das notas das empresas

Assim, após a identificação do objetivo do Projeto, a seleção dos critérios de avaliação e as alternativas, o modelo de decisão em grupo multicritério pode ser aplicado.

## 5.2 Aplicação do modelo de decisão em grupo multicritério

Para a aplicação de um modelo de decisão em grupo multicritério, a fim de solucionar a problemática estudada no Projeto Gama, junto com a empresa estatal Marinha do Brasil, é preciso entender características importantes do projeto, e que são essenciais para o bom entendimento da dinâmica de aplicação do modelo.

O Projeto Gama, como já dito no item 5.1, tem como objetivo *a elaboração do processo de análise multicritério de apoio à tomada de decisão* com base nas propostas enviadas ao centro de diretoria e gestão da MB. Para atingir esse objetivo, alguns pontos precisam ser entendidos. São eles:

- ✓ O primeiro passo para o entendimento da problemática foi a análise do processo de aquisição de informações do projeto, ou seja, como e de onde as informações são adquiridas (Figura 11). O Projeto Gama possui, em sua estrutura hierárquica, uma arquitetura robusta e objetiva. A primeira atividade realizada pelos Grupos de Decisores foi o entendimento dos Objetivos do Projeto, que se dividiam em três: operacionais, processuais e financeiros. Para a aplicação em

campo desta pesquisa, a MB decidiu, apenas, reunir especialistas para adquirir informações a respeito de dados para os Objetivos Operacionais e para a Capacidade Operacional;

- ✓ O segundo passo foi acompanhar o desempenho das três empresas mediante as capacidades analisadas, ou seja, a Capacidade Operacional. As capacidades são pontos técnicos para alocação dos critérios de análise, ou seja, em cada capacidade analisada há a análise de desempenho por cada critério;
- ✓ O terceiro passo foi o peso dos critérios inerentes à capacidade. Esse peso foi atribuído por cada tomador de decisão, individualmente (APÊNDICE C);

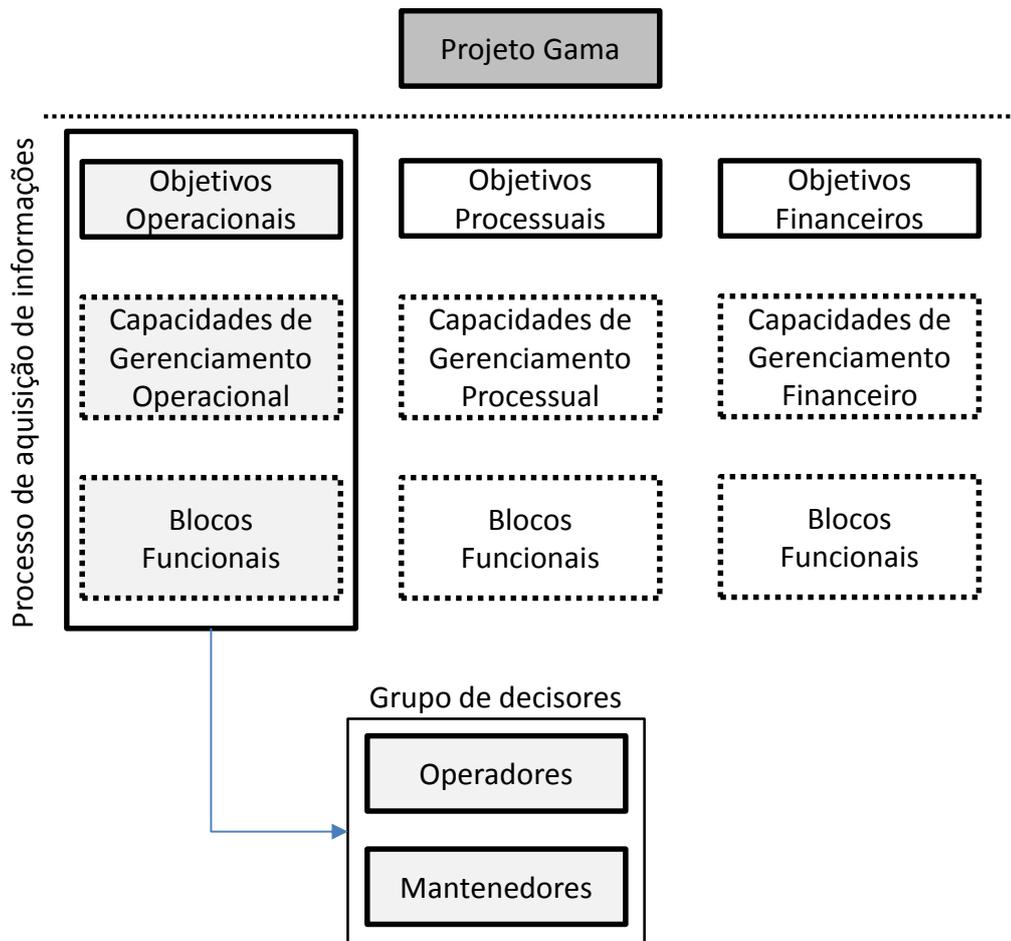


Figura 11 - Processo hierárquico do Projeto Gama

- ✓ O quarto passo foi a atribuição das notas de desempenho para cada empresa, mediante avaliação em cada critério e em cada capacidade, tudo individualmente, para cada decisor (APÊNDICE C).

Com isso, tem-se as seguintes características desse estudo de caso:

- Mais de um tomador de decisão, ou seja, havia uma decisão em grupo;
- Os grupos eram distintos, formados por Operadores e Mantenedores, o que caracterizava a não convergência de opiniões de forma objetiva e clara;
- Havia uma hierarquia entre os tomadores de decisão, onde os Operadores eram mais importantes que os Mantenedores;
- Havia um grupo de critérios que deveriam ser pesados e hierarquizados, individualmente por cada decisor;
- Havia um grupo de empresas que precisavam ser julgadas mediante os critérios selecionados, individualmente por cada decisor;
- Cada decisor teve o seu resultado, o que resultou na aplicação de um modelo a fim de convergir todas as informações obtidas individualmente.

Diante dessas características, o modelo que mais se adequou ao cenário analisado em campo no Projeto Gama, junto com a MB, foi o **MODELO III** proposto neste trabalho de tese.

Para a aplicação do MODELO III, foi preciso separar todas as avaliações de todos os decisores. Para a Capacidade Operacional do Projeto Gama, **6 (seis)** tomadores de decisão foram envolvidos.

O primeiro passo foi analisar os pesos dados aos critérios por cada decisor. Cada decisor preencheu a planilha de PESOS, disponível no APÊNDICE C, e atribuiu um valor e uma justificativa. As Tabelas 27 a 32 mostram esses resultados, por decisor.

Tabela 11 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 1

<b>DECISOR 1 - OPERADOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>
C1	5
C2	4
C3	5
C4	3
C5	4
C6	2

Tabela 12 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 2

<b>DECISOR 2 - OPERADOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>

C1	5
C2	5
C3	5
C4	4
C5	3
C6	3

Tabela 13 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 3

<b>DECISOR 3 - OPERADOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>
C1	2
C2	1
C3	4
C4	2
C5	2
C6	4

Tabela 14 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 4

<b>DECISOR 4 - MANTENEDOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>
C1	4
C2	4
C3	5
C4	4
C5	3
C6	4

Tabela 15 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 5

<b>DECISOR 5 - MANTENEDOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>
C1	3
C2	2
C3	4

C4	2
C5	1
C6	4

Tabela 16 - Pesos atribuídos aos critérios, pelo DECISOR 6

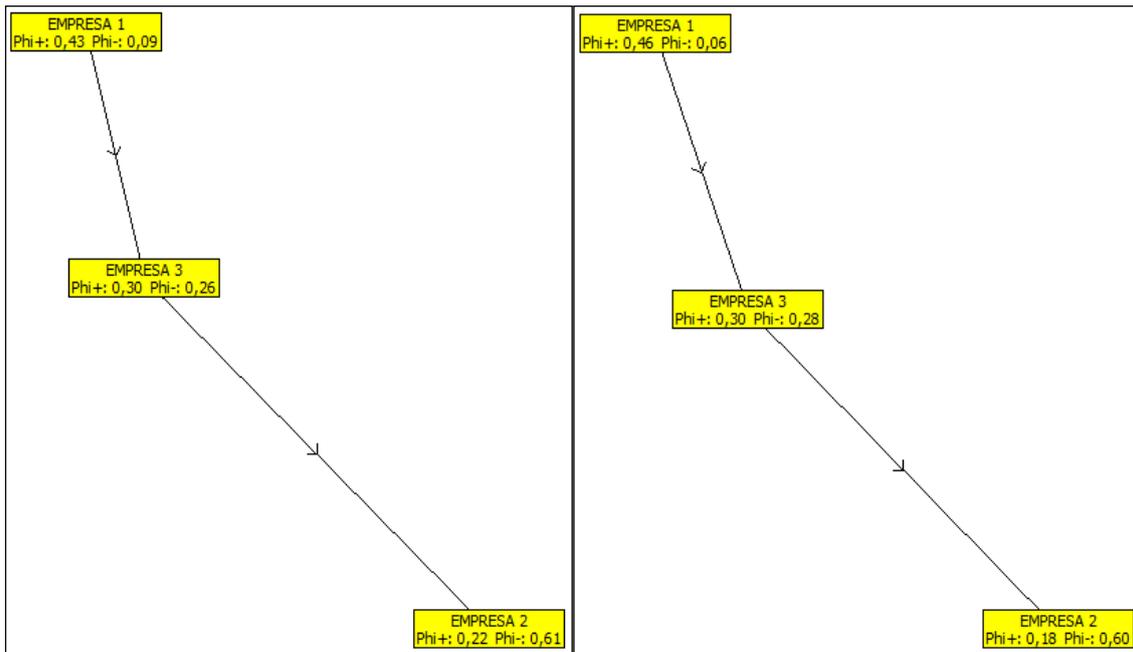
<b>DECISOR 6 - MANTENEDOR</b>	
<b>CRITÉRIO</b>	<b>PESO</b>
C1	2
C2	2
C3	5
C4	2
C5	3
C6	3

Após a atribuição dos pesos pelos decisores, o passo seguinte foi o preenchimento da planilha de avaliação das empresas por cada critério, disponível no APÊNDICE C, formando a Matriz de Desempenho geral do problema (Tabela 33).

Tabela 17 - Matriz de Desempenho - alternativas versus critérios

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
<b>A1</b>	4	4	3	3	3	4
<b>A2</b>	3	2	2	3	4	4
<b>A3</b>	4	3	3	3	3	3

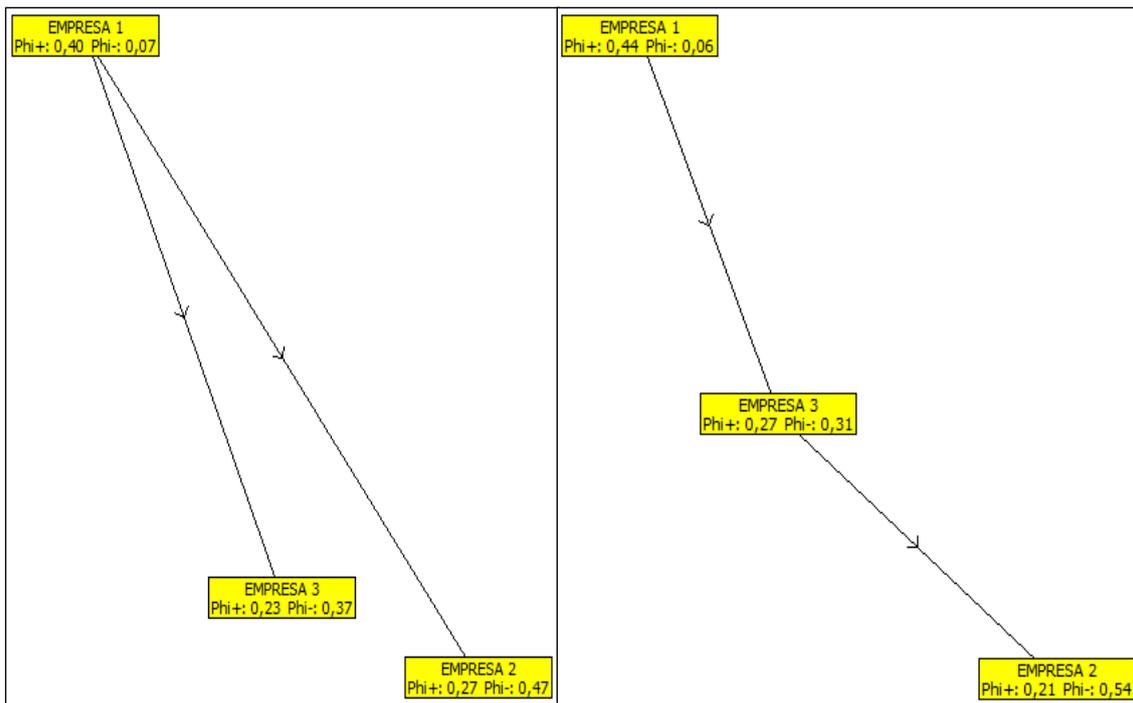
A partir da Tabela 33, pode-se obter o ordenamento das empresas por decisor, ou seja, seis resultados separados que deverão ser integrados a posteriori. O método PROMETHEE II, conforme passo-a-passo do MODELO III, é aplicado. As Figuras 32 a 34 mostram os resultados dos ordenamentos individuais.



Ordenamento final – DECISOR 1

Ordenamento final – DECISOR 2

Figura 12 - Ordenamento final - DECISORES 1 e 2 – Software VisualPROMETHEE®



Ordenamento final – DECISOR 3

Ordenamento final – DECISOR 4

Figura 13 - Ordenamento final - DECISORES 3 e 4 – Software VisualPROMETHEE®

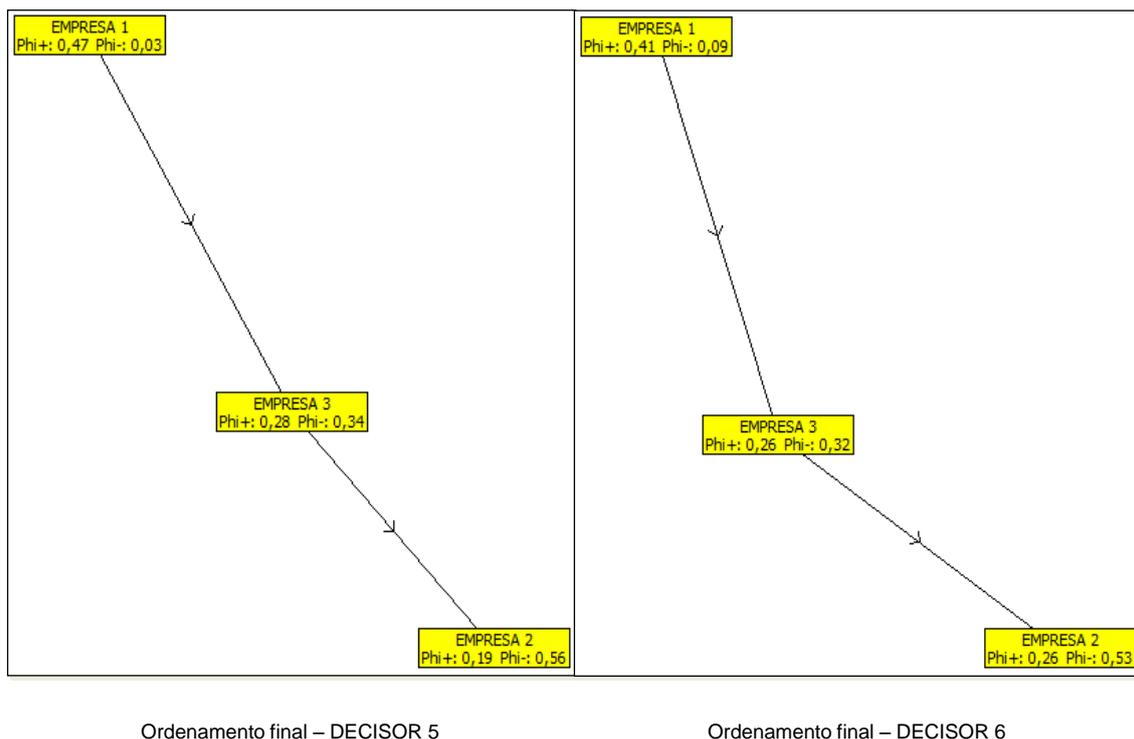


Figura 14 - Ordenamento final - DECISORES 5 e 6 – Software VisualPROMETHEE®

Nessa segunda etapa, após os ordenamentos individuais, recolhe-se os valores dos fluxos líquidos obtidos de cada decisor, que representam as suas preferências, e compõe-se uma matriz de avaliação global, em que cada decisor é considerado como um critério e os fluxos líquidos de cada decisor correspondem às avaliações das alternativas (Tabela 18)

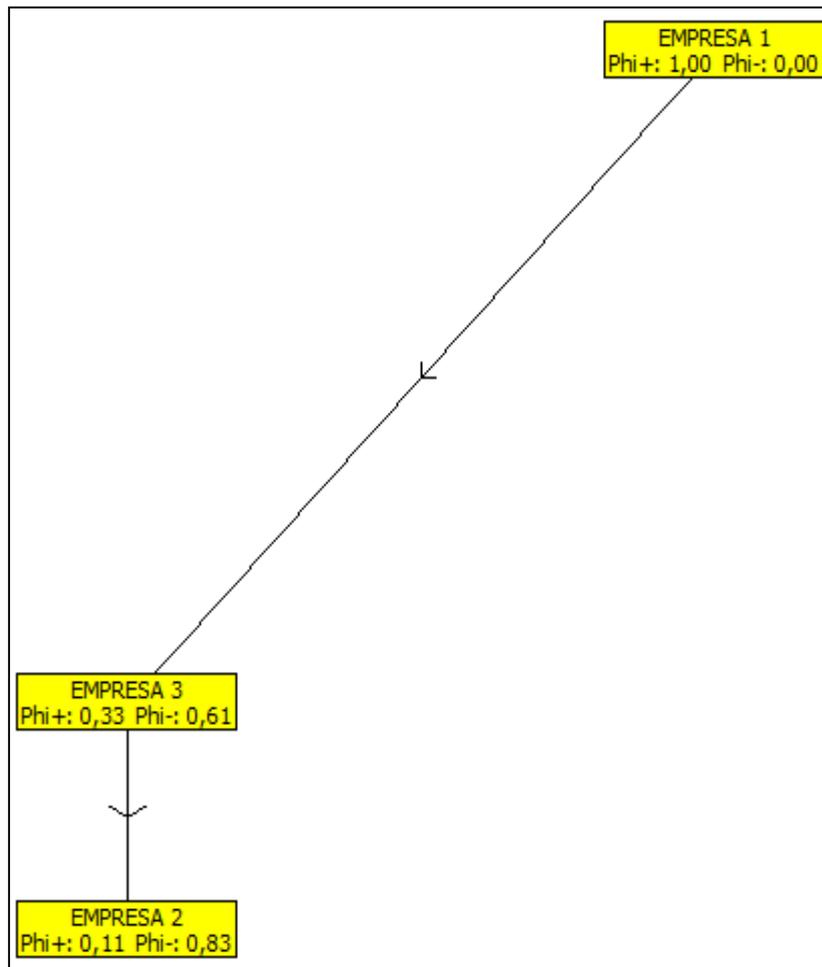
Tabela 18 - Matriz de Avaliação Global

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
<b>Empresa 1</b>	0,43	0,46	0,40	0,44	0,47	0,41
<b>Empresa 2</b>	0,22	0,18	0,27	0,21	0,19	0,26
<b>Empresa 3</b>	0,30	0,30	0,23	0,27	0,28	0,26

Assim, para a obtenção da pré-ordem final, é necessário entender a importância relativa entre os decisores. Como já dito anteriormente, os OPERADORES possuem um peso de decisão maior que os MANTENEDORES. Isso estipulado pelos processos hierárquicos do Projeto Gama. Com isso, na análise final do PROMETHE II, atribui-se peso 2 para os Operadores e peso 1 para os Mantenedores. Esses valores de

importância entre eles foram atribuídos pelos próprios decisores, em mesma reunião de atribuição de pesos dos critérios.

Com isso, seguindo o passo-a-passo do MODELO III e aplicando o método PROMETHEE II, obtém-se a pré-ordem completa ilustrada na Figura 15, como resultado final desse processo de decisão.



Ordenamento final

Figura 15 - Ordenamento final - Software VisualPROMETHEE®

A partir do ordenamento final mostrado na Figura 35, pode-se analisar o eixo de decisão, que se mostra no Plano GAIA, Figura 36. Esse Plano possibilita observar que a maioria dos decisores opta pela Empresa 1, como a melhor alternativa. A Empresa 2 é totalmente descartada, pois está posicionada, no Plano, do lado oposto ao eixo de decisão. A Empresa 3 também não é a preferida, estando em um quadrante oposto ao eixo de decisão.

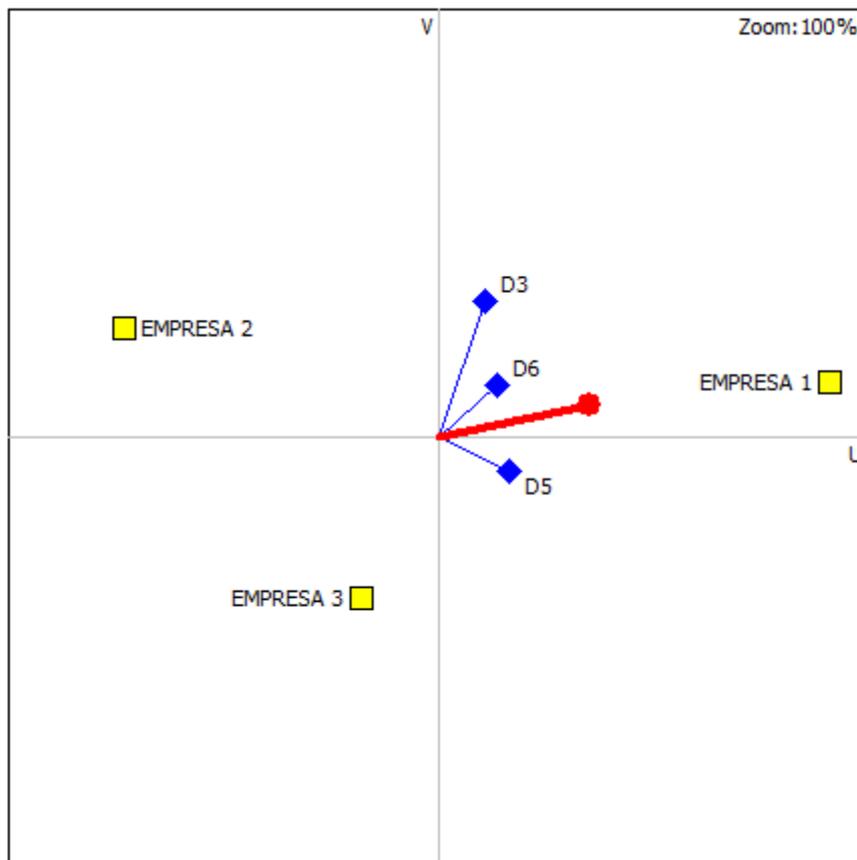


Figura 16 - Plano GAIA - Ordenamento final - Software VisualPROMETHEE®

De acordo com o objetivo do Projeto Gama, o MODELO III foi satisfatório e cumpriu o objetivo de auxiliar na seleção da melhor alternativa para o projeto. A MB segue com os próximos passos desse projeto, que não cabem aplicação dos modelos aqui criados.

### 5.3 Considerações finais do capítulo

As características do Projeto Gama possibilitaram a aplicação do MODELO III de decisão em grupo multicritério proposto neste trabalho de tese. Essa aplicação contribuiu para a real contribuição na utilização desse modelo em situações de decisões complexas e divergentes.

Alguns pontos importantes foram observados com a aplicação do MODELO III, no Projeto Gama:

- Um grupo de decisores, hierarquicamente definidos e distintos entre si, contribuíram para a aquisição de dados e parâmetros;

- O setor público brasileiro, onde se enquadra a MB, possui particularidades interessantes, no que diz respeito à tomada de decisões. Aqui, neste estudo de caso específico, todas as decisões foram tomadas de forma neutra por parte dos decisores, ou seja, sem defesas políticas ou econômicas;
- As empresas analisadas corresponderam às alternativas propostas para a solução da problemática imposta pelo Projeto Gama. Todos os dados atribuídos, como notas e pesos dos critérios, foram extraídos das reuniões de grupo;
- O método PROMETHE II se mostrou totalmente eficiente no tratamento dos dados do projeto e o MODELO III contribuiu, empiricamente, para uma tomada de decisão eficaz e robusta.

A adoção do MODELO III pode contribuir para o sucesso do empreendimento estudado. Porém, é essencial que se disponibilize considerável tempo e custo a serem gastos no processo de seleção adequados para todos os tipos de projeto.

Importante ressaltar, também, que embora este estudo seja contextualizado para um projeto destinado a uma empresa estatal responsável pela defesa nacional do país, os modelos aqui propostos, especificamente o MODELO III aplicado, são aplicáveis a outros ambientes de projetos e setores, realizando-se as devidas adaptações.

# Capítulo 6

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta as considerações finais da tese (seção 6.1), as conclusões referentes ao trabalho realizado (seção 6.2) e as sugestões para pesquisas futuras (seção 6.3).

### 6.1 Considerações Finais

Conflitos são comuns em processos de decisão em grupo, bem como os sentimentos de arrependimento, inveja e frustração, que podem ser causados devido às diferentes expectativas sobre a solução do problema e/ou devido à forma como foi feita a seleção ou ordenamento das alternativas existentes. Muitos modelos de apoio à decisão já foram propostos na literatura na tentativa de ajudar os decisores na busca de uma recomendação final, porém nem sempre esses modelos estão focados na busca de um consenso.

Inicialmente acreditava-se que consenso só existiria se a unanimidade fosse alcançada. Isso gerou sérias limitações aos modelos de decisão em grupo, pois o consenso pode nunca ser alcançado ou demandar mais tempo de que o necessário ou disponível.

Em suma, os modelos de decisão em grupo podem ser organizados em sistemas complexos para a tomada de decisão eficiente, robusta e dinâmica; e foi o proposto neste trabalho de tese.

Haja vista a complexidade de gerenciamento de projetos e opiniões de diversos tomadores de decisão, que aumentam em sua complexidade a cada novo tempo, uma ênfase crescente vem sendo dada ao desenvolvimento de novas formas de seleção de alternativas, mediante a diversidade de novos projetos e novas soluções complexas propostas, no intuito de minimizar conflitos entre os diferentes atores envolvidos, obter melhores relacionamentos entre eles e atender aos objetivos do projeto em análise, geralmente centrados na entrega do produto final ao menor custo possível (financeiro e de tempo), com qualidade, respeitando o escopo definido, de forma a obter a satisfação do cliente.

Nesse sentido, o trabalho apresentou uma proposta de modelos de decisão em grupo multicritério para a seleção de alternativas, cuja aplicação pode ser adaptada para

diversos setores da economia. Esses modelos foram separados em dois grandes grupos:

- Grande divergência de opinião entre os tomadores de decisão; e
- Pouca ou nenhuma divergência entre os tomadores de decisão.

O principal diferencial desses modelos está em considerar a seleção integrada das alternativas, de forma que todos sejam corresponsáveis e cobeneficiados pelos resultados obtidos e na apresentação e uma forma estruturada de tratar preferências de um grupo de decisores, considerando o apoio multicritério à decisão.

## **6.2 Conclusões**

Algumas conclusões podem ser realizadas a partir da análise do conteúdo desse trabalho de tese.

- Quanto à fundamentação teórica:

O estudo realizado nesse trabalho de tese possibilitou a integração de temas essenciais para o estudo de decisões complexas e em grupo: a busca pelo consenso, decisão em grupo com métodos multicritério. A ligação da teoria filosófica com a aplicação prática dos métodos possibilitou a compreensão real dos possíveis resultados dos modelos propostos;

O pressuposto de Habermas, com a Racionalidade Comunicativa, esclareceu a percepção da obtenção do consenso em grupos distintos, pois o que Habermas procura esclarecer com o conceito de racionalidade comunicativa é que no contexto da comunicação não somente chamamos racional a quem faz uma afirmação e é capaz de defendê-la frente às críticas, mas sim aquele capaz de entender as opiniões, digeri-las e aprimorá-las;

A revisão sistemática referente aos métodos multicritérios aplicados a modelos de decisão foi de suma importância para a compreensão e aprimoramento dos modelos propostos nesse trabalho. Vários modelos já foram criados na literatura e coube, aqui, a integração de temas e métodos a fim de cumprir o objetivo diverso e complexo, atendendo às expectativas de tomadores de decisão tão distintos.

Durante as etapas de revisão da literatura (Etapa 1) e estudo dos modelos de decisão (Etapa 2) poucas foram as publicações que descreviam o processo de desenvolvimento dos modelos, e quando o faziam não havia o detalhamento necessário sobre os

métodos e técnicas científicas empregadas. Essa limitação observada na literatura confere a relevância ao trabalho por sistematizar todo o processo de construção do modelo, bem como os métodos científicos utilizados, permitindo que outros pesquisadores trilhem o caminho percorrido para criar os seus próprios modelos de decisão em grupo.

- Quanto aos modelos de decisão em grupo multicritério desenvolvidos:

Na construção dos modelos de decisão em grupo multicritério, duas situações foram identificadas: muita divergência (não consenso) entre os decisores; e pouca ou nenhuma divergência (consenso) entre os decisores. Para essas duas situações foram desenvolvidos os modelos específicos;

Para a primeira situação propôs-se o desenvolvimento de dois modelos (**MODELO I** e **MODELO II**). O primeiro utiliza o método PROMETHE VI, que permite a variação dos pesos dos critérios dentro de uma faixa pré-determinada. Tal método mostra-se bastante adequado, uma vez que, como não há divergência entre os decisores, não existe grande dificuldade entre eles para estipular as variações de cada peso dos critérios em torno de um valor central. A realização de uma análise de sensibilidade não é necessária, uma vez que todas as variações de pesos consideradas aceitáveis pelos decisores já são consideradas na própria estrutura do método PROMETHE VI. O segundo utiliza o método ELECTRE III, que permite a fixação clara e coerente dos pesos dos critérios. Ao contrário do primeiro modelo, nesse os decisores são capazes de julgar, de forma conjunta, os pesos reais dos critérios e não apenas faixas de variação. O método se mostrou totalmente eficiente, já que permite, além da atribuição dos pesos, um ordenamento claro e eficiente das alternativas. Uma simulação numérica foi realizada para os dois modelos, a partir de um problema típico da literatura, a fim de contribuir para o entendimento empírico dos modelos desenvolvidos.

Para a segunda situação propôs-se o desenvolvimento, também, de dois modelos (**MODELO III** e **MODELO IV**). O primeiro utiliza dois métodos multicritério: PROMETHE II e ELECTRE IV. Nesse modelo cada decisor faz sua própria avaliação das alternativas em relação aos critérios de avaliação, onde o resultado é agregado em uma única matriz de decisão (após aplicação do PROMETHE II). Há, nesse modelo, a verificação de existência ou não de distinção em relação ao grau de importância entre os decisores. Caso não haja preferências, aplica-se o método ELECTRE IV e havendo distinção

continua-se com o PROMETHE II. O segundo modelo (MODELO IV) utiliza dois métodos multicritério: ELECTRE III e VIP ANALYSIS. Esse modelo atribui pesos aos critérios por cada decisor; agrega a ponderação dos decisores sobre os critérios em uma única matriz de decisão; e aplica método para a seleção e tratamento de dados das alternativas. A diferença entre esse modelo e o anterior é que esse parte da agregação dos pesos dos critérios de cada decisor, quanto o anterior parte da agregação das avaliações dos decisores sobre as alternativas.

- Quanto a aplicação do MODELO II de decisão em grupo multicritério em projeto de defesa nacional:

O Projeto Gama foi considerado para aplicação do modelo de decisão em grupo devido a sua característica complexa para a tomada de decisão. É um projeto de defesa nacional e desenvolvido por empresa pública, representante do Ministério da Defesa.

A não convergência de opiniões entre os tomadores de decisão e seus distintos graus de importância, de acordo com a árvore hierárquica da MB, possibilitou um estudo de caso real e robusto. Com isso, a aplicação do MODELO II se deu de maneira completa e satisfatória, tendo seus resultados totalmente aproveitados para as próximas fases do projeto, internamente na MB.

A inserção da pesquisa e do pesquisador na MB ocorreu de forma plena e as reuniões com os decisores foram moderadas eficientemente. A aquisição dos dados dos critérios e alternativas se deu mediante aplicação de planilhas específicas (APÊNDICE C) em encontros agendados com os participantes. Todos os dados foram autenticados pelos decisores presentes nas reuniões.

### **6.3 Sugestões para pesquisas futuras**

Para a continuidade do trabalho desenvolvido nessa tese de doutorado, algumas sugestões de futuros trabalhos são dadas:

- Pode-se avaliar, quando convir, a aplicação de outros métodos multicritério, nos modelos desenvolvidos;
- Aplicar todos os quatro modelos em projetos com empresas privadas e públicas;
- Incorporar a análise de risco à implementação dos modelos propostos;

- Integrar temas da literatura, como sustentabilidade, às especificidades de cada modelo e setor de aplicação;
- Incrementar perguntas de tese, como: “Qual o impacto da implementação dos modelos de decisão em grupo multicritério nas operações diárias da organização para tomada de decisão direta e eficiente? ”.

# REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R.L.; SASIENI, M.W. Pesquisa Operacional. Trad. De José L. Moura; rev. De Antônio de Miranda Netto. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975
- ALENCAR, L. H. Modelo multicritério de decisão em grupo para seleção de fornecedores em gestão de projeto. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. 2006
- ALMEIDA, A.T. de. Processo de Decisão nas Organizações: construindo modelos de decisão multicritério. Editora Atlas S.A. São Paulo. 2013
- AL-RESHAID, K., KARTAM, N. Design-build pre-qualification and tendering approach for public projects. *International Journal of Project Management*, 23(4), 309-320, 2005
- ARROW, K.J. Social Choice and Individual values. New York: Wiley, 1950.
- BARBA-ROMERO, S., POMEROL, J. C. Decisiones multicritério: fundamentos teóricos y utilizacion práctica. Madrid: Colección Economía, Universidad de Alcalá. 1997
- BAZERMAN, M.H., NEALE, M. A. Negotiating Rationally. Free Pr. 1998
- BELTON V., Pictet J. A framework for group decision using a MCDA model: Sharing, aggregating or comparing? *Journal of Decision Systems* 6(3), pp. 283-303, 1997
- BELTON, V., STEWART, J. Multiple criteria decision analysis – an integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, London. 2002
- BEN-ARIEH, D., CHEN, Z. On linguistic labels aggregation and consensus measure for autocratic decision-making using group recommendations. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A* 36: pp. 558-568, 2006
- BEN-ARIEH, D., EASTON, T. Multi-criteria group consensus under linear cost opinion elasticity, *Decision Support System*, 43, n. 3, 713–721. 2007
- BENDER, M. J., SIMONOVIC, S. P. Consensus as the measure of sustainability. *Hydrological Sciences*, v.42, n.4, p. 493-500, 1997
- BEYNON, M. J. The role of the DS/AHP in identifying inter-group alliances and majority rule within group decision making. *Group decision and negotiation*, v. 15, n. 1, p. 21-42, 2006
- BIDGOLI, H. Decision support systems – principle and practice. West Publishing Company. 1989
- BLINDER, A. S., MORGAN, J. Are Two Heads Better than One? Monetary Policy by Committee. *Journal of Money, Credit, and Banking*, October 2005, pp. 789-812. 2005

- BORDOGNA, G., FEDRIZZI M., PASI, G. A Linguistic Modeling of Consensus in Group Decision Making Based on OWA Operators . IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A Systems and Humans, v. 27, p. 126-132, 1997
- BORNSTEIN, G., YANIV, I. Individual and Group Behavior in the Ultimatum Game: Are Groups More 'Rational' Players? *Experimental Economics*, 1(1): 101–8. 1998
- BRAGA, C. F. C. Modelagem de preferências e consenso na gestão de recursos hídricos. Campina Grande, Paraíba. Tese de Doutorado. UFCG. 2008
- BRAMS, S. J., and Alan D. Taylor . Fair Division: From Cake-Cutting to Dispute Resolution. New York: Cambridge University Press. 1996
- BRANS, J. P. The space of freedom of the decision maker modelling the human brain. *European Journal of Operational Research*, 92(3), 593-602, 1996
- BRANS, J. P., MARESCHAL, B. Prométhée – GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples. Éditions de L'Université de Bruxelles, Bruxelles. 2002
- BRANS, J. P., VINCKE, P. H. A preference ranking organization method: the Promethee method for MCDM. *Management science*, v. 31, p. 647-656, 1985
- BRANS, P. L'ingénierie de la décision. Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode Prométhée. In: Colloque d'aide à la décision. Université Laval, Québec, 183-213, 1982
- CAMPELLO DE SOUZA, F.M. Decisões racionais em situações de incerteza. 2ª ed. Recife: Livro Rápido, 2005.
- CARLSSON, C., FEDRIZZI, M., FULLER, R. Fuzzy Logic in Management. Springer. 2004
- CARNEVALE, P. J. D., LAWLER, E. J. Time pressure and the development of integrative agreements in bilateral negotiations. *Journal of Conflict Resolution*, v. 30, nº 4, p. 636-659, 1986
- CHALOS, P.; PICKARD, S. Information choice and cue use: An experiment in group information processing" en *Journal of Applied Psychology*. Vol. 70, p. 634-641. 1985
- CHAMAZ, K. A construção da teoria fundamentada : guia prático para análise qualitativa. 1 ed. Porto Alegre, Artmed, 2009, p. 272.
- CHARNESS, G., RIGOTTI, L., RUSTICHINI, A. Individual Behavior and Group Membership. *American Economic Review* 97(4): 1340–52. 2007
- CHEN, S.J., HWANG, C.L. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, New York. 1992
- CHICLANA, F., HERRERA, F., HERRERA-VIDEAMA, E. Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision-making based on fuzzy preference relations, *Fuzzy Sets and Systems* v.97, p. 33– 48, 1998

- CLÍMACO, J. C., DIAS, L. C. An approach to support negotiation processes with imprecise information multicriteria additive models. In: Workshop on formal and informal exchange in negotiations. Proceedings...School of information technology and engineering. University of Ottawa, 2005
- COLSON, G. The OR's prize winner and the software ARGOS: how a multijudge and multicriteria ranking GDSS helps a jury to attribute a scientific award. *Computers & Operations Research*, 27, 741-755, 2000
- COSTA, J.P. The AGAP System: A GDSS for project analysis and evaluation. *European Journal of Operational Research*, 145(2), 287-303, 2003
- DIAS, L. C., CLÍMACO, J. N. Additive aggregation with variable interdependent parameters: the VIP Analysis software. *Journal of the operational research society*, v. 51, p. 1070-1082, 2000.
- DONG, Y., ZHANG, H. Multiperson decision making with different preference representation structures: A direct consensus framework and its properties. *Knowledge-Based Systems*, v. 56, p. 45-57. 2014
- FAN, Z.-P., MA, J., JIANG, Y.-P., SUN, Y.-H., MA, L. A goal programming approach to group decision making based on multiplicative preference relations and fuzzy preference relations. *European Journal of Operational Research*. 2005
- FEDRIZZI, M. Fuzzy consensus models in GDSS. ANNES Proceedings of the 2nd New Zealand Two-Stream International Conference on Artificial Neural Networks and Expert Systems. Washington: IEEE Computer Society. 1995
- FIGUEIRA, J., ROY, B. Determining the weights of the criteria in the ELECTRE type methods with a Revised Simo's Procedure. *European Journal of Operational Research*. N. 139, p. 317-326, 2002
- FISHER, R., URY, W., PATTON, B. *Hetting to yes: negotiating agreement without giving in*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Penguin, 1991
- FRANCO, L.A.; CUSHMAN, M., ROSENHEAD, J. Project review and learning in the construction industry: Embedding a problem structuring method within a partnership context. *European journal of operational research*. V.152, p. 586-601, 2004.
- FRASER, N. M., HIPEL, K. W. *Conflict analysis: Models and resolutions*. New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc. 1984
- FULLER, R., GAIO, L., MICH, L., ZORAT, A. OCA functions for consensus reaching in group decisions in fuzzy environment. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Fuzzy Logic, Neural Nets and Soft Computing, Lizuka, Japan: Fuzzy Logic Systems Institute. pp. 101-102, 1994
- GARCIA, I., SEBASTIA, L. A negotiation framework for heterogeneous group recommendation. *Expert Systems with Applications*, v. 41, p. 1245-1261, 2014
- GIL, A. C.; *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo, Atlas, 2007, p. 175.

GOMES, L. F. A. M., ARAYA, M. C. G., CARIGNANO, C. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão. São Paulo. 2004

GOMES, L. F. A. M., GOMES, C. F. S., ALMEIDA, A. T. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. São Paulo: Atlas, 2002

GRAY, J.; GOLDSTEIN, H.; JESSON, D. Changes and improvements in schools' effectiveness: trends over five years. Research Papers in Education, Exeter, n. 11, p. 35-51, 1996.

HABERMAS, J. Racionalidade e comunicação. Trad. Paulo Rodrigues. Lisboa: Edições 70, 2002

HABERMAS, J. Teoría de la acción comunicativa I: Racionalidad de la acción y racionalización social. Madrid: Taurus, 1999<sup>a</sup>.

HABERMAS, J. Teoría de la acción comunicativa II: crítica de la razón funcionalista. Madrid: Taurus, 1999<sup>b</sup>.

HAMMOND, J. S., KEENEY, R. L., RAIFFA, H. Decisões Inteligentes. Rio de Janeiro: Elsevier. 2004.

HAMMOND, J.S., KEENEY, R.L., RAIFFA, H. Smart choices: A practical guide to making better decisions. Boston, MA: Harvard Business School Press. 1999

HAND, R. T. Cambodian food security and the flood pulse Tonle Sap area: The case for ecological economic modeling. In: International Symposium Sustaining Food Security And Managing Natural Resources In Southeast Asia – Challenges For The 21st Century. Ching-Mai, Thailand. 2002

HAO, J., SONG, S., LEUNG, H., MING, Z. An efficient and robust negotiating strategy in bilateral negotiations over multiple items. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 34, p. 45-57, 2014

HERRERA-VIDEIRA, E., CABRERIZO, F. J., KACPRZYK, J., PEDRYCZ, W. A Review of Soft Consensus Models In A Fuzzy Environment. Information Fusion, v. 17, p. 4-13, 2014

HERRERA-VIDEIRA, E., F., HERRERA, CHICLANA, F, LUQUE, M. Some issues on consistency of fuzzy preference relations. European Journal of Operational Research, v. 154, n., 1, p. 98-109. 2004

HILSDORF, L. Negociações Bem Sucedidas. Colinas: Acadêmica de Inteligência, 2005

HONERT, R.C., VAN, D. Stochastic group preference modelling in the multiplicative AHP: A model of group consensus. European Journal of Operational Research, v. 110, p 99-111, 1998

- HUMPHREYS, P., GARRICK, J. The evolution of group decision support systems to enable collaborative authoring of outcomes. *The journal of general evolution*, v. 62, n. 3, p. 193-222, 2006
- JELASSI, T., KERSTEN, G., ZIONT, S. An introduction to group decision and negotiation support. In: BANA, COSTA (Ed). *Readings in multiple criteria decision aid*. Berlin: Springer-Verlag, 1990, p. 537-568, 1990
- JIAN-QIANG, W., PENG, L., HONG-YU, Z., XIAO-HONG, C. Method of multi-criteria group decision-making based on cloud aggregation operators with linguistic information. *Information Science*, v. 274, p. 177-191, 2014
- JIMÉNEZ, M., POLASEK, W. E-democracy and knowledge. A multicriteria framework for the new democratic era. *Journal multicriteria decision analysis*, v. 12, p. 163-176, 2003
- KACPRZYK, J. Supporting consensus reaching under fuzziness via ordered weighted averaging (OWA) operators. In: *IEEE Proceedings of the Asian Fuzzy Systems Symposium, Soft Computing in Intelligent Systems and Information Processing*, p. 453-458, 1996
- KACPRZYK, J., FEDRIZI, M., NURMI, H. Group decision making and consensus under fuzzy preferences and fuzzy majority. *Fuzzy Sets and Systems*, v.49, pp. 21-31, 1992
- KAHRAMAN, C., KAYA, I., CEBI, S. A comparative analysis for multiattribute selection among renewable energy alternatives using fuzzy axiomatic design and fuzzy analytic hierarchy process. *Energy*, 34: 1603-1616, 2009
- KEENEY, R. L., RAIFFA, H. *Decisions with multiple objective: preference and value tradeoffs*. New York. Wiley. 1976
- KEENEY, R. *Value-focused thinking. A path to creative decision making*. Cambridge: Havard University Press, 1992
- KERSTEN, G. E. Modeling distributive and integrative negotiations – review and revised characterization. *Group decision and Negotiation*, v. 10, n° 6, p. 493-514. 2001
- KERSTEN, G. E. The science and engineering of e-negotiation: an introduction. In: *International Conference on System Sciences*, 36., Hawaii, 2002. *Proceedings of the 36<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*, 2002
- KILGOUR, M.D & EDEN,C. *Handbook of Group Decision and Negotiation*. New York, Springer, 2010.
- KNIGHT, J., JAMES, J. Aggregation and Deliberation. *Political Theory* 22:277-97. 1994
- KOCHER, M., SUTTER, M. Individual versus group behavior and the role of the decision making procedure in gift-exchange experiments. *Empirica* 34: 63-88. 2007
- KOCHER, M., SUTTER, M. The decision maker matters: individual versus group behaviour in experimental beauty-contest games. *Economic Journal*, 115(500), 200–223. 2005

- KOEHLER, D. J., HARVEY, N. (Eds.) Blackwell handbook of judgment and decision making. Oxford: Blackwell Publishing. 2004
- KULLMANN, P., SANDRI, S. An annotated logic theorem prover for an extended possibilistic logic. *Fuzzy Sets and Systems* v.144, p.67–91, 2004
- KUNCHEVA, L. Pattern recognition with a model of fuzzy neuron using degree of consensus. *Fuzzy Sets and Systems*, v.66, p. 241-260, 1994
- KUNCHEVA, L., KRISHNAPURAM, R. A fuzzy consensus aggregation operator. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 79, p. 347-356, 1996
- LAI, V. S., WONG, B. K., CHEUNG, W. Group decision making in multicriteria environment: a case use in AHP in software selection. *European Journal of Operational Research*, v. 137, pp. 134-144, 2002
- LE BON, G. *The crowd: A study of the popular mind*. Kitchener, Canadá: Batoche Books. 1896/2001.
- LEITE, J. C. *Negociação*. Fundação Getúlio Vargas. 2006
- LEWICKI, R. L., SAUNDERS, D. M., MINTON, J. W. *Fundamentos da Negociação*. Bookman. 2002
- LEYVA-LÓPEZ, J.C, FERNÁNDEZ-GONZALEZ, E. A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology. *European Journal of Operational Research*. Vol. 148, p.14-27, 2003
- LI, Z., LIECHTY, M., XU, J., LEV, B. A fuzzy multi-criteria group decision making method for individual research output evaluation with maximum consensus. *Knowledge-Based Systems*, v. 56, p. 253-263. 2014
- LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology* 140: pp. 1-55. 1932.
- LIU, F. H. F., HAI, H. L. The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International Journal of Production Economics* 97(3): 308-317, 2005
- LOUCKS, D. P. Water resource system models: their role in planning. *Journal Water Resources Planning Management*, v. 118, p. 214-223, 1992
- MACHARIS, C., BRANS, J. P. The GDSS PROMETHEE procedure. *Journal of decision systems*. V.7, p. 283-307. 1998.
- MACHARIS, C., BRANS, J. P. The GDSS PROMETHEE procedure. *Journal of decision systems*, v. 7, p. 283-307, 1998
- MALCZEWSKI, J. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons, New York. 1999
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5 ed., São Paulo, Atlas, 2003.

- MARESCHAL, B. & BRANS, J. (1988). Geometrical representation for MCDM, the GAIA procedure. *European Journal of Operational Research*, 34(1), 69-77, 1988
- MARINHA DO BRASIL. [www.marinha.mil.br](http://www.marinha.mil.br) [ acessado em 01/09/2015].
- MARTINELLI, D. P., ALMEIDA, A. P. *Negociação: como transformar confronto em cooperação*. São Paulo: Atlas, 1997
- MATSATSINIS, N.F., GRIGOROUDIS, E., SAMARAS, A. Aggregation and Disaggregation of Preferences for Collective Decision-Making. *Group Decision and Negotiation*, v.14, p. 217–232, 2005
- MERAD, M., Dechy, N., SERIR, L., GRABISCH, M., MARCEL, F. Using a multi-criteria decision aid methodology to implement sustainable development principles within an organization. *European Journal of Operational Research*, v. 224, p. 603-613, 2013
- MILLER, R. L. *Microeconomia: Teoria, questões e aplicações*. Mc Graw-Hill. 1943
- MINGERS J., ROSENHEAD J. Problem Structuring Methods in Action. *European Journal of Operation Research* , v. 152, p.530 – 554, 2004.
- MIRANDA, C. M. G. *Modelagem multicritério em gerenciamento de projetos*. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005
- MMA Proposta de Instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Governo do Estado da Paraíba. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. 2005
- MOURA, E. S. *MAT-SCV: Um modelo de maturidade para avaliação da sustentabilidade nos processos organizacionais com base no pensamento do ciclo de vida*. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015.
- MÜNICH, A. MAKSA, G., MOKKEN, R. J. Collective judgment: Combining individual value judgments. *Mathematical Social Sciences*, v. 37, n. 3, pp. 211-233, 1999
- MURALIDHARAN, C., ANANTHARAMAN, N., DESHMUKH, S.G. A multicriteria group decisionmaking model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management*; 38(1):22–33, 2002
- OSLON, D. L. *Decision aids for election problems*. Springer, 1996
- POITRAS, J., BOWEN, R.E. A framework for understanding consensus-building initiation. *Negotiation Journal* 18 (3): 211-232. 2002
- PONGPENG, J., LISTON, J. Contractor ability criteria: a view from the Thai construction industry. *Construction Management and Economics*, 21(3), 267-282, 2003
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)*. 5 ed. Pennsylvania, USA, Project Management Institute, Inc., 2013, p. 589.

- RAIFFA, H. The art and science of negotiation: how to resolve conflicts and get the best out of bargaining. Cambridge: Harvard University Press. 1982
- RIBBINK, D., GRIMM, C. M. The impact of cultural differences on buyer-supplier negotiations: an experimental study. *Journal of Operations Management*, v. 32, p. 114-126, 2014
- RIBEIRO, R. A. Fuzzy multiple attribute decision making: A review and new preference elicitation techniques. *Fuzzy Sets and Systems*, v.78, p. 155-181, 1996
- ROMERO, C. Análises de las Decisiones Multicriterio, Isdefe, Madrid, España. 1996
- ROSENHEAD, J. Past, present and future of problem structuring methods. *Journal of the operational research society*. V.57, p. 759-765, 2006.
- ROSENHEAD, J.; MINGERS, J. (eds.). Rational analysis for a problematic world revisited: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 2<sup>nd</sup> ed. John Wiley & Sons, 2004.
- ROUSSEAU, J. J. Emílio ou da Educação. São Paulo: Defusão Européia do Livro, 1968.
- ROY, B. Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Paris. 1985
- ROY, B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht. 1996
- SEIDENFELD, T., SCHERVISH, M.J. Two perspectives on consensus for (Bayesian) inference and decisions, *IEEE Trans. Systems Man and Cybernetics*, v. 20, pp. 318-325, 1990
- SHAKUN, M. F. Doing right: connectedness problem solving and negotiation. In: KILGOUR, D. M., EDEN, C. (Ed). *Handbook of group decision and negotiation: advances in group decision and negotiation 4*. London: Springer Science, 2010
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. 4. Ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância da UFSC, 2005.
- SIMON, H. A. A behavioral model of rational choice. *Quarterly Journal of Economics*, 69, February, pp. 99-118. 1955
- SINGH, D., TIONG, R. L. K. A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection", *The Journal of Construction Engineering and Management*, 131 (1), 62-70, 2005
- SREEKUMAR, S.S., MAHAPATRA, A. Fuzzy multi criteria decision making approach for supplier selection in supply chain management *African Journal of Business Management*, 3 (2009), pp. 168–177, 2009
- TAMURA, H. Behavioral models for complex decision analysis. *European Journal of Operational Research*, v. 166, p. 655-665, 2005

TAYLOR, E., HEWITT, K., REEVES, R. A., HOBBS, S. H., LAWLESS, W. F. Group decision-making: Consensus rule versus majority rule. *Procedia Technology*, v. 9, p. 498-504. 2013

TJOSVOLD, D., FIELD, R. H. G. Effects of social context on consensus and majority vote decision making. *Academy of Management Journal*, 26, 500-506. Reprinted in R. Davis and J. W. Newstrom (eds.) *Organizational Behavior: Readings and Exercises* (New York: McGraw Hill) 1985. 1983

TSOUKIÀS, A. On the concept of decision theory to decision aiding process: na operational perspective. *Annals of Operational Research* 187, p. 138-161. 2007

VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Londres:John Wiley & Sons, 1992. Keeney, R.L., & Raiffa, H. *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. New York: John Wiley. 1976

WANG, J., ZIONTS, S. Negotiating wisely: considerations based on MCDM/MAUT. *European Journal of Operational Research*, v. 188, p. 191-205, 2008

WANG, Y.-M. YANG, J., XU, D.-L. Aggregation and ranking of alternatives: Ranking ordinal. *Computers & Operations Research*, v. 32, p. 2027–2049, 2005

WINTER, M. Problem structuring in project management: an application of soft systems methodology (SSM). *Journal of the operational research society*. V. 57, p. 802-812, 2006.

WU, J., CHICLANA, F. Visual information feedback mechanism and attitudinal prioritisation method for group decision making with triangular fuzzy complementary preference relations. *Information Science*, v. 279, p. 716-734, 2014

WU, Z., XU, J. A concise consensus support model for group decision making with reciprocal preference relations based on deviation measures. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 206, p. 58-73. 2012

XU, Z. A method based on linguistic aggregation operators for group decision making with linguistic preference relations. *Information Sciences*, n.166, p. 19–30, 2004

YOUNG, P. Optimal voting rules. *The Journal of Economic Perspectives*, 9 (1): 51-64, 1995.

YU, F., KAIHARA, T., FUJII, N. Coalition formation based multi-item multi-attribute negotiation of supply chain networks. *Procedia CIRP*, v. 7, p. 85-90, 2013

YUE, Z. Aggregating crisp values into intuitionistic fuzzy number for group decision making. *Applied Mathematical Modelling*, v. 38, p. 2969-2982, 2014

ZHANG, Q., CHEN, J. C. H., CHONG, P. P. Decision consolidation: criteria weight determination using multiple preference formats. *Decision Support Systems*, v. 38, p. 247-258, 2004

ZHU, B., XU, Z., A fuzzy linear programming method for group decision making with additive reciprocal fuzzy preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, v. 246, p. 19-33, 2014

# APÊNDICE A

## Protocolo de Pesquisa – Revisão Sistemática da Literatura

### A.1 O protocolo de pesquisa

O protocolo de pesquisa utilizado nesta revisão sistemática tem como objetivo direcionar e detalhar a realização da pesquisa (planejamento e execução) e compreende as seguintes informações: objetivos a serem alcançados, questões de pesquisa, critérios de seleção das fontes de dados, procedimentos e critérios de seleção das publicações, extração de informações e procedimentos de armazenagem dos dados e procedimento de análise dos resultados (MOURA, 2015).

#### A.1.2 Objetivos da Pesquisa

O objetivo principal desta pesquisa é identificar os resultados obtidos por jornais específicos a respeito dos estudos focados no desenvolvimento de modelos de decisão em grupo e multicritério.

Está fora do escopo dessa pesquisa catalogar e categorizar as técnicas e ferramentas utilizadas nos processos e práticas identificados nas publicações.

#### A.1.3 Questões de Pesquisa

Com o propósito de atender aos objetivos da pesquisa, foram elaboradas três questões – uma questão principal (QP) e duas questões secundárias (QS) –, que ajudarão a direcionar o estudo:

- QP: Quais modelos de decisão em grupo e multicritério estão sendo desenvolvidos, nas mais diversas áreas, pela academia internacional e nacional?
  - QS1: Quais os resultados e aplicações obtidos com os esses modelos desenvolvidos?
  - Quais as principais áreas de aplicação desses modelos?

## A.1.4 Critério de seleção para as fontes de pesquisa

A definição dos critérios de seleção das fontes de pesquisa visa garantir que a execução da pesquisa seja viável em termos de custo, esforço e tempo, que o acesso aos dados seja facilitado, e que a abrangência do estudo seja ampla (MONTONI, 2010). A pesquisa visa atender os seguintes critérios:

- ✓ Possuam máquina de busca que permita o uso de expressões lógicas, ou mecanismo equivalente, e proporcione a busca em partes e no texto completo das publicações; e
- ✓ Publicações nas áreas de Engenharia de Produção (Engenharias III) e Administração/Gestão.

Foram utilizadas neste estudo, as seguintes bibliotecas digitais: *Web of Science*<sup>9</sup> e *Wiley Online Library*<sup>10</sup>. Estas fontes atenderam aos critérios supracitados e suas máquinas de busca apresentaram bom funcionamento e resultados satisfatórios em termos de número e abrangência de publicações selecionadas.

## A.1.5 Procedimentos e critérios de seleção das publicações

Os procedimentos e critérios para seleção das publicações auxiliam o pesquisador a identificar evidências de estudos que realmente são relevantes (BIOLCHINI et al., 2005). O objeto de análise são as publicações que apresentam aspectos relacionados com modelos de decisão em grupo e multicritério. Dessa forma, publicações que descrevam propósitos, casos ou experiências voltadas a esses aspectos serão objetos de análise. A seleção das publicações será realizada em 3 etapas (BARCELLOS et al., 2014):

➤ ETAPA 1 (E1) – Seleção e Catalogação preliminar das publicações: nesta etapa, a escolha pelas palavras-chave utilizadas na busca se baseou na proximidade de seu significado e nos sinônimos existentes. Os seguintes critérios de busca foram utilizados preliminarmente na localização das publicações:

- Escopo: título, abstract e palavras-chave;
- Período: análise dos últimos vinte e dois anos, ou seja, desde 1992;
- Tipo de publicação: artigos publicados em periódicos específicos.
- String de busca:

---

<sup>9</sup> <http://apps.webofknowledge.com/>

<sup>10</sup> <http://onlinelibrary.wiley.com/>

- (“GROUP DECISION” OR “MULTICRITERIA ANALYSIS” OR “GROUP DECISION MODELS” OR “MULTICRITERIA METHODS”) AND (“GROUP DECISION MAKING” OR “MULTICRITERIA DECISION MAKING”).
- Áreas: Engenharias III e Administração/Gestão
- Periódicos específicos: **GROUP DECISION AND NEGOTIATION JOURNAL** e **JOURNAL OF MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS**.

A escolha das duas revistas específicas se deu pelos seguintes motivos:

- Com conceito A1 no Qualis CAPES;
- Histórico de mais de vinte anos de publicações;
- Foco em modelos de decisão em grupo e multicritério;
- Diversidade de aplicações (multidisciplinaridade); e
- Especificidades técnicas nas discussões, com literatura extensa e robusta.

Estes critérios foram inseridos pelo pesquisador no mecanismo de busca da biblioteca digital. É importante ressaltar que cada biblioteca digital possui notações próprias para utilização destes critérios, principalmente no que se refere à sintaxe da expressão de busca. As publicações selecionadas nesta etapa foram catalogadas e devidamente armazenadas.

➤ ETAPA 2 (E2) – Seleção de publicações relevantes – 2º filtro: nesta etapa, nem todas as publicações retornadas pelo critério de busca são úteis no contexto da pesquisa, pois sua aplicação está restrita aos aspectos sintáticos da consulta. Sendo assim, o resumo/abstract de cada publicação selecionada na 1ª etapa deve ser submetido à análise, sendo excluídas àquelas que não atenderem a um ou ambos os critérios de seleção (CS):

- CS1: A publicação apresenta informações sobre a utilização de modelos de decisão em grupo e métodos multicritério; e
- CS2: A publicação aborda uma ou mais áreas de aplicação.

Algumas publicações podem apresentar resumos/abstracts insuficientes ou não muito claros. Para identificar se o conteúdo trabalhado responde às questões de pesquisa e evitar que haja exclusões prematuras, essas publicações não deverão ser eliminadas, devendo ser incluídas para avaliação na terceira etapa.

➤ ETAPA 3 (E3) – Seleção de publicações relevantes – 2º filtro: nesta etapa, o texto completo das publicações selecionadas na Etapa 2 deve ser lido com o objetivo de identificar aquelas que apresentam informações que possam responder as questões de pesquisa (seção A.1.3). As publicações que não satisfaçam a um dos critérios abaixo devem ser eliminadas:

- CS3: A publicação tem o seu texto disponibilizado por completo no Portal de Publicações CAPES; e
- CS4: A publicação apresenta resultados empíricos sobre a aplicação dos modelos desenvolvidos.

### **A.1.6 Procedimentos de armazenagem das informações**

As publicações selecionadas na Etapa 1 foram catalogadas em uma tabela com as seguintes informações: título, autor(es), ano da publicação, referência, e a(s) fonte(s) (bibliotecas digitais) onde a publicação foi localizada (Tabela 19).

Tabela 19 - Registro dos dados da publicação

<b>Ano</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Título/Referência</b>	<b>Journal</b>
<Título>	<Nome do(s) autor(es)>	<Informações sobre o artigo: nome da revista, volume, número e páginas>	<Nome da revista onde o artigo foi selecionado>

Depois de catalogadas, as publicações foram analisadas e submetidas aos filtros das etapas 2 e 3. À medida que as publicações foram eliminadas na etapa 2, a tabela foi atualizada.

Os textos completos de algumas publicações podem não estar disponíveis para acesso pelo Portal de Periódicos da CAPES. Nesse caso, se o resumo demonstrar relevância para o estudo a forma empregada para acesso ao conteúdo da publicação deve ser a solicitação do artigo ao autor via e-mail, caso contrário, o texto deve ser descartado.

### **A.1.6 Procedimentos de análise dos dados**

À medida que as publicações eram analisadas, as informações coletadas foram agrupadas e codificadas em categorias e/ou subcategorias (Tabela 20). Foram definidas duas categorias básicas: (i) modelagem de decisão em grupo (MDG) e (ii) modelagem de decisão com métodos multicritério (MDMM).

Tabela 20 - Dados extraídos das publicações após Etapa 3

<b>Código</b>	<b>Categoria</b>	<b>Resultados esperados dos modelos</b>
<Código da categoria ou subcategoria >	<Descrição da categoria>	<Identificação e descrição dos resultados que se espera obter com esses modelos quando de sua aplicação>

A partir desses filtros e dessas seleções, foram encontrados:

- **74** artigos sobre aplicações de modelos de decisão em grupo, na *Group Decision and Negotiation Journal*;
- **42** artigos sobre métodos e novos modelos envolvendo multicritério para tomadas de decisão, no *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*; e
- Total de **107** artigos analisados e fichados.

O (APÊNDICE B) mostra a ficha técnica de todos os artigos selecionados para o estudo, os quais, alguns, foram citados no ítem 4.1 deste trabalho.

# APÊNDICE B

## Resultados – Revisão Sistemática da Literatura

### B.1.6 Resultados da literatura

Os estudos que utilizam a revisão sistemática como método de pesquisa têm como objetivo apresentar evidências sobre um determinado tema constante na literatura, e em geral, não possuem o propósito de realizar comparações entre as publicações. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa foi identificar, na literatura científica, publicações que abordassem modelos de decisão em grupo com aplicação e integração de métodos multicritério possibilitando resultados esperados de suas aplicações nas mais diversas áreas.

Das 111 publicações selecionadas na Etapa 1 algumas foram eliminadas, pois, se concentraram na aplicação de ferramentas e técnicas específicas, não considerando aspectos de decisão em grupo ou modelos com métodos multicritério. No entanto, outras publicações, apesar de se concentrarem em ferramentas e técnicas, traziam importantes informações sobre aspectos de gestão na modelagem de decisão, como algumas publicações que especificavam aspectos técnicos da negociação e da construção de novos métodos.

Analisando-se o conjunto resultante (Tabela X e Tabela XX) da Etapa 1 e as publicações analisadas após a Etapa 3, algumas observações podem ser consideradas:

- Das 111 publicações analisadas após a Etapa 3, 72 (67%) passaram por todos os critérios de seleção definidos no protocolo a respeito da GDNJ. Já a respeito da JMDA, 35 (33%) passaram por todos os critérios, totalizando 107 artigos analisados. Esse resultado poderia evidenciar uma expressão de busca forte, no entanto, ao se combinar outros termos de busca, a quantidade de publicações retornadas eram ainda mais expressiva, tornando a pesquisa inviável dado à restrição de tempo e recursos disponíveis;
- Existiu a preocupação em atender as expectativas e necessidades da pesquisa por meio das publicações analisadas. Essas possibilitaram entender a robustez dos modelos de decisão em grupo propostos neste trabalho.

Tabela 21 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis

Journal of Multi-Criteria Analysis			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
1992	Markku Kuula, Antonie Stam and Jukka Ranta	A non-linear multi-criteria model for strategic fms selection decisions (pages 165–184)	1
1993	Enrique Ballesteros and Carlos Romero	Economic optimization by compromise programming: The joint production model (pages 65–72)	2
1993	Pekka J. Korhonen and Subhash C. Narula	An evolutionary approach to support decision making with linear decision models (pages 111–119)	2
1993	Moncef Abbas and Philippe Vincke	Preference structures and threshold models (pages 171–178)	2
1994	Enrique Ballesteros	Joint production model: A note on a connection between market prices and CP anchor values (pages 119–121)	3
1995	Rose Sebastianelli Prave and J. Keith Ord	An adaptive approach for modelling multiattribute choice (pages 91–106)	4
1995	Hidayat Bin Hussain and William A. Wallace	An experimental investigation of the interaction between displays and models in multicriteria decision support (pages 133–159)	4
1995	Hidayat Bin Hussain and William A. Wallace	An experimental investigation of the interaction between displays and models in multicriteria decision support (pages 133–159)	4
1997	MARI A. PÖYHÖNEN, RAIMO P. HÄMÄLÄINEN and AHTI A. SALO	An Experiment on the Numerical Modelling of Verbal Ratio Statements (pages 1–10)	6
1997	M. TAMIZ and D. F. JONES	Interactive Frameworks for Investigation of Goal Programming Models: Theory and Practice (pages 52–60)	6
1997	CARLOS A. BANA E COSTA and JEAN-CLAUDE VANSNICK	Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model (pages 107–114)	6
1997	MOUSTAPHA DIABY and JEAN-MARC MARTEL	Preference Structure Modelling for Multi-objective Decision Making: A Goal-Programming Approach (pages 150–154)	6
1997	HAROLD P. BENSON, DONGYEUP LEE and J. PETER McCLURE	A multiple-objective linear programming model for the citrus rootstock selection problem in Florida (pages 283–295)	6
1998	Per J. Agrell, Barbara J. Lence and Antonie Stam	An interactive multicriteria decision model for multipurpose reservoir management: the Shellmouth Reservoir (pages 61–86)	7
1998	A. Bufardi	Multistage fuzzy control: a model-based approach to fuzzy control and decision making, Kacprzyk, Janusz, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1997, 327p. (pages 239–240)	7
1999	Yi Lin and Sifeng Liu	Several programming models with unascertained parameters and their applications (pages 206–220)	8
1999	Ahmed Bufardi	Multicriteria decision making: and advances in MCDM models, algorithms, theory, and applications, edited by Tomas Gal, Theodor J. Stewart, Thomas Hanne, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999. ISBN 0-7923-8534-9. (pages 333–335)	8

Tabela 22 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis (continuação)

Journal of Multi-Criteria Analysis			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
2000	Christine C. Davis, Richard F. Deckro and Jack A. Jackson	A value focused model for a C4 network (pages 138–162)	9
2000	Quan-Ling Wei, Jian Ma and Zhi-Ping Fan	A parameter analysis method for the weight-set to satisfy preference orders of alternatives in additive multi-criteria value models (pages 181–190)	9
2001	Xinping Shi and Hong Sheng Xia	Model and interactive algorithm of bi-level multi-objective decision-making with multiple interconnected decision makers (pages 27–34)	10
2001	Sydney C.K. Chu	A goal programming model for crew duties generation (pages 143–151)	10
2001	Tony Rosqvist	Simulation and multi-attribute utility modelling of life cycle profit (pages 205–218)	10
2001	Sydney C. K. Chu	S. C. K. Chu, 'A goal programming model for crew duties generation'. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 10(3) 2001, 143–151 (page 285)	10
2002	Ido Millet and William C. Wedley	Modelling risk and uncertainty with the analytic hierarchy process (pages 97–107)	11
2002	Ron Roberts and Paul Goodwin	Weight approximations in multi-attribute decision models (pages 291–303)	11
2002	Yves De Smet, Johan Springael and Pierre Kunsch	Towards statistical multicriteria decision modelling: a first approach (pages 305–313)	11
2003	Alfonso Mateos, Antonio Jiménez and Sixto Ríos-Insua	Modelling individual and global comparisons for multi-attribute preferences (pages 177–190)	12
2003	Tony Rosqvist	Stakeholder compensation model based on decision analysis (pages 219–223)	12
2003	Daniel T. Maxwell and Dennis M. Buede	Composing and constructing value focused influence diagrams: a specification for decision model formulation (pages 225–243)	12
2008	Paul Hansen and Franz Ombler	A new method for scoring additive multi-attribute value models using pairwise rankings of alternatives (pages 87–107)	15
2009	Belaïd Aouni, Jean-Marc Martel and Amal Hassaine	Fuzzy goal programming model: an overview of the current state-of-the art (pages 149–161)	16
2009	Belaïd Aouni, Amal Hassaine and Jean-Marc Martel	Decision-maker's preferences modelling within the goal-programming model: a new typology (pages 163–178)	16
2010	Mohamed Sadok Cherif, Belaïd Aouni and Habib Chabchoub	An imprecise goal programming approach for modeling design team's preferences in quality function deployment planning process (pages 137–154)	17
2011	Daji Ergu, Gang Kou, Yi Peng, Yong Shi and Yu Shi	BIMM: A Bias Induced Matrix Model for Incomplete Reciprocal Pairwise Comparison Matrix (pages 101–113)	18
2011	Vandana Bagla and Anjana Gupta	Analytical Hierarchy Process Based Assignment Model for Allotting Parking Slots to Different Localities (pages 173–185)	18
2011	Majid Azadi and Reza Farzipoor Saen	Developing an Output-Oriented Super Slacks-Based Measure Model with an Application to Third-Party Reverse Logistics Providers (pages 267–277)	18

Tabela 23 - Artigos selecionados do Journal of Multi-Criteria Decision Analysis (continuação)

Journal of Multi-Criteria Analysis			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
2012	Sifeng Chen, Yuanchun Jiang, Yezheng Liu and Cuixia Diao	Cost Constrained Mediation Model for Analytic Hierarchy Process Negotiated Decision Making (pages 3–13)	19
2012	Enrique Mu, Sallie Wormer, Beverly Barkon, Roberta Foizey and MarK Vehec	Group Modelling and Integration of Multiple Perspectives in the Functional Selection of a New Technology: The Case of a Next-generation Electronic Portfolio System (pages 15–31)	19
2012	Michelle Munro and Belaïd Aouni	Group Decision Makers' Preferences Modelling within the Goal Programming Model: An Overview and a Typology (pages 169–184)	19
2012	Belaïd Aouni, Fouad Ben Abdelaziz and Davide La Torre	The Stochastic Goal Programming Model: Theory and Applications (pages 185–200)	19
2014	Maria de Belém Martins, António Xavier and Rui Fragoso	A Bioeconomic Forest Management Model for the Mediterranean Forests: A Multicriteria Approach (pages 101–111)	21

Tabela 24 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal

Group Decision and Negotiation Journal			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
1994	D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel, Liping Fang	Negotiation support using the Graph Model for Conflict Resolution	1
1994	Bertram I. Spector	Preference adjustment and opportunities for agreement: Decision modeling to assess negotiating flexibility at UNCED	1
1994	Gregory Kersten, Roman Kulikowski, Zbigniew Nahorski	Special issue: Negotiation modeling and support	1
1994	Nigel Howard	Drama theory and its relation to game theory. Part 2: Formal model of the resolution process	2
1994	Wilfried Engelmann	Conditions for disarmament: A game theoretical model	3
1994	V. A. Olds, Niall M. Fraser, D. Marc Kilgour	Modeling sequential responses in interactive decisions	3
1995	Boleslaw Tolwinski, Wade E. Martin	International negotiations on carbon dioxide reductions: A dynamic game model	1
1995	Raimo P. Hämmäläinen	Introduction to the special issue on dynamic game modeling in bargaining and environmental negotiations	1
1995	Dorothy E. Klotz, Kalyan Chatterjee	Variable split awards in a single-stage procurement model	4
1996	Melvin F. Shakun	Modeling and supporting task-oriented group processes: Purposeful complex adaptive systems and Evolutionary Systems Design	4
1996	Melvin F. Shakun	Introduction to the special issue on negotiation processes: Modeling frameworks and information technology	4
1997	Laku Chidambaram, Robert Bostrom	Group Development (I): A Review and Synthesis of Development Models	2
1997	Eric Molin, Harmen Oppewal, Harry Timmermans	Modeling Group Preferences Using a Decompositional Preference Approach	4
1997	Alice F. Stuhlmacher, Mary Kay Stevenson	Using Policy Modeling to Describe the Negotiation Exchange	4
1998	Ann Davey, David Olson	Multiple Criteria Decision Making Models in Group Decision Support	1
1998	Geoff Lockett, Pete Naudé	The Stability of Judgmental Modelling: an Application in the Social Services	1
1998	Joel Harmon	Electronic Meetings and Intense Group Conflict: Effects of a Policy-Modeling Performance Support System and an Audio Communication Support System on Satisfaction and Agreement	2
1998	Ayman M. Wasfy, Yasser A. Hosni	Two-Party Negotiation Modeling: An Integrated Fuzzy Logic Approach	6
1999	John R. Grout, David P. Christy	A Model of Supplier Responses to Just-In-Time Delivery Requirements	2
1999	Ilze Zigurs, Rene Reitsma, Clayton Lewis, Roland Hübscher, Cynthia Hayes	Accessibility of Computer-based Simulation Models in Inherently Conflict-Laden Negotiations	6

Tabela 25 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação)

Group Decision and Negotiation Journal			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
2000	Gary Kleinman, Dan Palmon	A Negotiation-Oriented Model of Auditor-Client Relationships	1
2000	Douglas Dean, Richard Orwig, Douglas Vogel	Facilitation Methods for Collaborative Modeling Tools	2
2000	Brian Whitworth, Brent Gallupe, Robert McQueen	A Cognitive Three-Process Model of Computer-Mediated Group Interaction	5
2001	Mark Borsuk, Robert Clemen, Lynn Maguire, Kenneth Reckhow	Stakeholder Values and Scientific Modeling in the Neuse River Watershed	4
2001	Pietro Panzarasa, Nicholas R. Jennings, Timothy J. Norman	Going Public and the Sale of Shares with Heterogeneous Investors: Agent-Based Computational Modelling and Computer Simulations	5
2001	Gregory E. Kersten	Modeling Distributive and Integrative Negotiations. Review and Revised Characterization	6
2002	Subhasish Dasgupta, Mary Granger, Nina McGarry	User Acceptance of E-Collaboration Technology: An Extension of the Technology Acceptance Model	2
2002	Hiroyuki Sakakibara, Norio Okada, Hirokazu Tatano	Modeling the Role of a Coordinator as a Medium of Communication in 2-Player Conflicts	4
2003	Prabal Roy Chowdhury	Inefficiencies in a Model of Team Formation	3
2004	Freerk A. Lootsma	Assignment of Weights to the Member States of the European Union in Order to Model Their Relative Power Positions	4
2004	Luai Hamouda, D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	Strength of Preference in the Graph Model for Conflict Resolution	5
2004	Samir Aknine, Suzanne Pinson, Melvin F. Shakun	A Multi-Agent Coalition Formation Method Based on Preference Models	6
2005	João N. Clímaco, Luis C. Dias	An Approach to Support Negotiation Processes with Imprecise Information Multicriteria Additive Models	2
2005	D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	Introduction to the Special Issue on the Graph Model for Conflict Resolution	6
2005	D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	The Graph Model for Conflict Resolution: Past, Present, and Future	6
2006	João N. Clímaco, Luis C. Dias	An Approach to Support Negotiation Processes with Imprecise Information Multicriteria Additive Models	2
2006	Sajda Qureshi, Robert O. Briggs, Vlatka Hlupic	Value Creation from Intellectual Capital: Convergence of Knowledge Management and Collaboration in the Intellectual Bandwidth Model	3
2006	Morad Benyoucef, Stefanie Rinderle	Modeling e-Negotiation Processes for a Service Oriented Architecture	5
2006	Melvin F. Shakun	ESD: A Formal Consciousness Model for International Negotiation	5
2007	Ron Chi-Wai Kwok, Duanning Zhou, Quan Zhang, Jian Ma	A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Model for IS Student Group Project Assessment	1
2007	Andrej Škraba, Miroљub Kljajić, Mirjana Kljajić Borštnar	The Role of Information Feedback in the Management Group Decision-Making Process Applying System Dynamics Models	1
2007	Steven O. Kimbrough, D. J. Wu	Introduction to the Special Issue on Formal Modeling in Electronic Commerce – Part I	2
2007	Steven O. Kimbrough, D. J. Wu	Introduction to the Special Issue on Formal Modelling in Electronic Commerce – Part II	3

Tabela 26 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação)

Group Decision and Negotiation Journal			
Ano	Autor (es)	Título/Referência	Volume (Issue)
2008	Siva Sankaran, Tung Bui	An organizational model for transitional negotiations: concepts, design and applications	2
2008	Jinbaek Kim	A model and case for supporting participatory public decision making in e-democracy	3
2008	Agnieszka Rusinowska, Harrie De Swart	Negotiating a Stable Government: An Application of Bargaining Theory to a Coalition Formation Model	5
2008	Miguel A. Ballester, José Luis García-Lapresta	A Model of Elitist Qualification	6
2009	Bilyana Martinovski, Wenji Mao	Emotion as an Argumentation Engine: Modeling the Role of Emotion in Negotiation	3
2009	Amer Obeidi, D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	Perceptual Graph Model Systems	3
2009	D. Marc Kilgour, Jason K. Levy	A Model of Bargaining over Hazardous Waste Cleanup	4
2009	Ricardo Ernst, Jose Ignacio López-Sánchez, David Urbano	A Negotiation Model for Inducing Higher Service in a Distribution Channel	5
2009	Etiënne A. J. A. Rouwette, Jac A. M. Vennix, Albert J. A. Felling	On Evaluating the Performance of Problem Structuring Methods: An Attempt at Formulating a Conceptual Model	6
2010	Majid Sheikhmohammady, D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	Modeling the Caspian Sea Negotiations	2
2010	Ignacio Contreras	A Distance-Based Consensus Model with Flexible Choice of Rank-Position Weights	5
2010	Lukasz W. Jochemczyk, Andrzej Nowak	Constructing a Network of Shared Agreement: A Model of Communication Processes in Negotiations	6
2011	Jorge E. Hernández, Raúl Poler, Josefa Mula, Francisco C. Lario	The Reverse Logistic Process of an Automobile Supply Chain Network Supported by a Collaborative Decision-Making Model	1
2011	Robert O. Briggs, John D. Murphy	Discovering and Evaluating Collaboration Engineering Opportunities: An Interview Protocol Based on the Value Frequency Model	3
2011	Jamal Bentahar, Jihad Labban	An Argumentation-Driven Model for Flexible and Efficient Persuasive Negotiation	4
2011	Jesús Gallardo, Ana I. Molina, Crescencio Bravo, Miguel Á. Redondo, César A. Collazos	Empirical and Heuristic-Based Evaluation of Collaborative Modeling Systems: An Evaluation Framework	5
2011	Haiyan Xu, D. Marc Kilgour, Keith W. Hipel	Matrix Representation of Conflict Resolution in Multiple-Decision-Maker Graph Models with Preference Uncertainty	6
2011	Etienne Rouwette, Ingrid Bastings, Hans Blokker	A Comparison of Group Model Building and Strategic Options Development and Analysis	6
2012	Koen V. Hindriks, Catholijn M. Jonker	Special Issue on 'Human Factors and Computational Models in Negotiation'	1
2012	Wietske Visser, Koen V. Hindriks, Catholijn M. Jonker	Argumentation-Based Qualitative Preference Modelling with Incomplete and Uncertain Information	1
2012	Surajit Borkotokey, Rupok Neog	Allocating Profit Among Rational Players in a Fuzzy Coalition: A Game Theoretic Model	4
2012	J. A. Wall, Suzanne Chan-Serafin, Timothy Dunne	Mediator Pressing Techniques: A Theoretical Model of their Determinants	5
2012	Samir Aknine	A Multi-Agent Model for Overlapping Negotiations	6
2012	Zeshui Xu, Xiaoqiang Cai	Minimizing Group Discordance Optimization Model for Deriving Expert Weights	6

Tabela 27 - Artigos selecionados do Group Decision and Negotiation Journal (continuação)

<b>Group Decision and Negotiation Journal</b>			
<b>Ano</b>	<b>Autor (es)</b>	<b>Título/Referência</b>	<b>Volume (Issue)</b>
2013	Wen-Hsien Tsai, Ching-Chien Yang, Jun-Der Leu, Ya-Fen Lee, Chih-Hao Yang	An Integrated Group Decision Making Support Model for Corporate Financing Decisions	6
2014	Eeva Vilkkumaa, Ahti Salo, Juuso Liesiö	Multicriteria Portfolio Modeling for the Development of Shared Action Agendas	1
2014	Adiel T. de Almeida, Danielle C. Morais	New Methods and Models of Group Decision and Negotiation Presented in Recife	3
2014	Danielle Costa Morais, Adiel Teixeira de Almeida, José Rui Figueira	A Sorting Model for Group Decision Making: A Case Study of Water Losses in Brazil	5
2014	Sara Cobb, David Laws, Carlos Sluzki	Modeling Negotiation Using "Narrative Grammar": Exploring the Evolution of Meaning in a Simulated Negotiation	5

# APÊNDICE C

## Materiais utilizados na aplicação do modelo

**COPPE** | **SAGE** 

OBJETIVO OPERACIONAL  
CAPACIDADE OPERACIONAL  
BLOCO FUNCIONAL PARA GERENCIAMENTO OPERACIONAL

**DECISOR**

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS						

**ESCALA LIKERT**

1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL
-----------------	----------------------	----------------	----------------------	-------------------

Figura 17 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor



DECISOR 1 - OPERADOR

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	5	4	5	3	4	2

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

Figura 18 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 1



DECISOR 2 - OPERADOR

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	5	5	5	4	3	3

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

*Handwritten signature*

Figura 19 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 2



DECISOR 3 - OPERADOR

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	2	1	4	2	2	4

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

Figura 20 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 3



DECISOR 4 - MANTENEDOR

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	4	4	5	4	3	4

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

*[Handwritten signature]*

Figura 21 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 4



CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	3	2	4	2	1	4

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

Figura 22 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 5



DECISOR 6 - MANTENEDOR

CRITÉRIOS						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
PESOS	2	2	5	2	3	3

ESCALA LIKERT				
1 - IRRELEVANTE	2 - POUCO IMPORTANTE	3 - IMPORTANTE	4 - MUITO IMPORTANTE	5 - INDISPENSÁVEL

*Handwritten signature*

Figura 23 - Processo de obtenção de pesos dos critérios, por decisor – DECISOR 6

<b>Notas - Empresa 1</b>
<b>Capacidade Operacional</b>  <b>Bloco Funcional para gerencimaneto operacional</b>

<b>ESCALA</b>
1 - MUITO FRACO
2 - FRACO
3 - FORTE
4 - MUITO FORTE

<b>MÓDULO 1</b>		<b>NOTAS</b>	<b>JUSTIFICATIVAS</b>
<b>CRITÉRIOS</b>	C1		
	C2		
	C3		
	C4		
	C5		
	C6		

Figura 24 - Processo de obtenção das notas das empresas

# PUBLICAÇÕES DA TESE

## Artigos publicados e submetidos - 2015



23rd International Conference on Multiple Criteria  
Decision Making MCDM 2015 - Bridging Disciplines  
August 2nd-7th, 2015, Hamburg, Germany



FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

### Group decision and negotiation models: a multicriteria analysis

INFANTE, C.E.D.C.<sup>1,2</sup>; VALLE, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal University Of Rio de Janeiro – Cidade Universitária, Ilha do Fundão – Rio de Janeiro, Brasil.  
<sup>2</sup>Corresponding author – email: infanteedu22@gmail.com

**ABSTRACT**

Consensus decision making is complex and challenging in multicriteria group decision making due to the involvement of several decision makers, the presence of multiple, and often conflicting criteria, and the existence of subjectiveness and imprecision in the decision making process. To ensure effective decisions being made, the interest of all the decision makers usually represented by the degree of consensus in the decision making process has to be adequately considered.

This paper presents a consensus-based approach for effectively solving the multicriteria group decision making problem.

Five multicriteria methods were integrated and applied in order to ensure the group opinions. A navy problem was used to simulated the model created.

**KEY WORDS**

Group Decision; Multicriteria methods; Consensus

Sent in Jan/2015  
Accept in Jun/2015

Figura 25 - Paper publicado no MCDM 2015 - Julho/2015

# Group Decision and Negotiation

Editor-in-Chief: Melvin F. Shakun

ISSN: 0926-2644 (print version)

ISSN: 1572-9907 (electronic version)

## Group decision and multicriteria analysis: a framework for decision aid

INFANTE, C.E.D.C.<sup>1,2</sup>; VALLE, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal University Of Rio de Janeiro – Cidade Universitária, Ilha do Fundão – Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>2</sup>Corresponding author – email: infanteedu22@gmail.com

### ABSTRACT

Decisions, in general, can be taken individually herein collectively herein. In the individual choices, part-goals to be achieved, preferences, alternatives (object of choice) and limits (restrictions) faced to achieve the objectives outlined in the pursuit of individual well-being. However, in group decisions trying to find a consensual collective choice from individual preferences. In this process, the individual and the group take into account emotional, cognitive and external (risks, uncertainties, etc.). Factors. Thus, this work, in order to promote solutions to the decision-making group, presents four models of decision and negotiation, from the multicriteria vision. These models are characterized by the application of two approaches: convergence or not of the opinion-makers. If not obtained the consensus of the group, ie, no convergence of views, the aggregation of ratings of decision-makers about the alternatives and aggregating the weighting of the criteria for decision-makers are held. Validation of one or more models is made into an object of particular study in order to allow later application of such models in various situations.

### KEY WORDS

Group Decision; Multicriteria methods; Public sector

Sent in Dez/2015

Figura 26 - Paper submetido para a revista Group Decision and Negotiation – Dezembro/2015